

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-019985

(43)Date of publication of application : 23.01.1996

(51)Int.Cl.

B25J 19/00

B25J 13/06

B25J 19/06

(21)Application number : 06-152341

(22)Date of filing : 04.07.1994

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

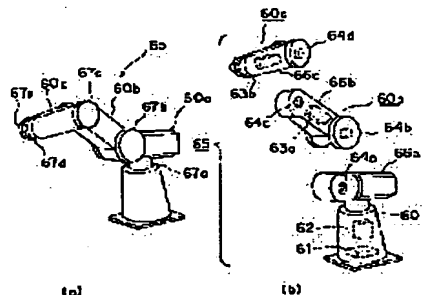
(72)Inventor : ONISHI YOSHITAKA
FUJITA MASAHIRO
SEKIGUCHI HISAYOSHI
MATSUYAMA JIRO
SATAKE AKIRA
HASHIOKA YUTAKA

(54) ROBOT DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a robot in which unit exchange is carried out easily without wiring on joint parts and which is excellent in reliability, maintenance, and assembly property.

CONSTITUTION: The drive mechanism of joints 67a-67e and drive controllers 62, 63a, 63b are arranged dispersedly on respective links 66a, 66b and units 60a-60c are made respectively by the links, the drive mechanism and the drive controllers and plural connected robot devices are made by these units. A communication means for communicating between the drive controllers 62, 63a, 63b mounted on respective units and electric power supply means 64a-64c for supplying electric power in a noncontact manner between adjacent units 60a-60c are installed in adjacent units 60a-60c and the communication means and the electric power supply means 64a-64c are arranged in the joints 67a-67e.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-19985

(43) 公開日 平成8年(1996)1月23日

(51) Int.Cl.⁹

B 2 5 J 19/00
13/06
19/06

識別記号

F

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数28 O L (全 37 頁)

(21) 出願番号 特願平6-152341

(22) 出願日 平成6年(1994)7月4日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 大西 良孝

尼崎市塚口本町八丁目1番1号 三菱電機
株式会社産業システム研究所内

(72) 発明者 藤田 正弘

尼崎市塚口本町八丁目1番1号 三菱電機
株式会社産業システム研究所内

(72) 発明者 関口 久由

尼崎市塚口本町八丁目1番1号 三菱電機
株式会社産業システム研究所内

(74) 代理人 弁理士 田澤 博昭 (外2名)

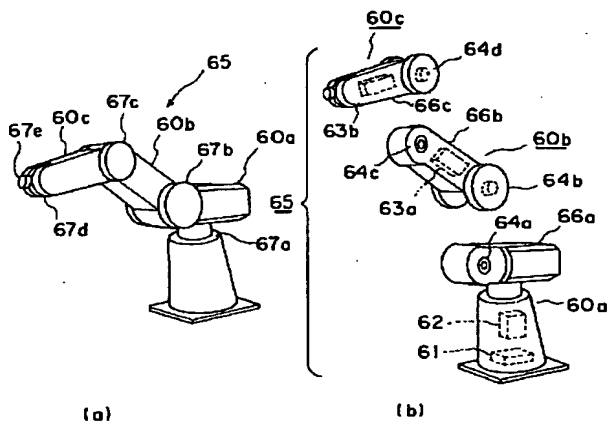
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ロボット装置

(57) 【要約】

【目的】 ユニット交換が容易で、関節部分に配線が無く、信頼性、保守性、組立性に優れたロボット装置を得る。

【構成】 関節67a～67eの駆動機構および駆動制御装置62、63a、63bを各リンク66a、66bに分散配置して、リンクと駆動機構および駆動制御装置とでそれぞれユニット60a～60cを作り、これらユニットを複数連結することで構成したロボット装置において、隣接するユニット60a～60cに、各ユニットに搭載された駆動制御装置62、63a、63b間の通信を行う通信手段と、隣接するユニット60a～60c間で電力供給を非接触で行う電力供給手段64a～64cとを設け、通信手段および電力供給手段64a～64cを関節67a～67eに配置した。



60a～60c: ユニット
62, 63a, 63b: 駆動制御装置
64a, 64b: 分極型トランス(電力供給手段)
66a～66c: リンク
67a～67e: 関節

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数のリンクとリンクを結合する関節を有し、前記関節の駆動機構および該駆動機構の駆動制御装置を各リンクに分散配置して、前記リンクと前記駆動機構および駆動制御装置とでそれぞれユニットを作り、これらユニットを複数連結することで構成したロボット装置において、前記隣接するユニットには、それら各ユニットに搭載された前記駆動制御装置間の通信を行う通信手段と、隣接するユニット間で電力供給を非接触で行う電力供給手段とが設けられ、前記通信手段および電力供給手段が前記関節に配置されていることを特徴とするロボット装置。

【請求項 2】 前記電力供給手段が、前記隣接するユニット間で電力を双方向に供給可能に構成されていることを特徴とする請求項 1 記載のロボット装置。

【請求項 3】 前記ユニットを構成する関節の駆動機構が中空部を有し、該中空部に前記電力供給手段が備えられていることを特徴とする請求項 1 記載のロボット装置。

【請求項 4】 前記電力供給手段が分離型トランスを用いて構成され、該分離型トランスの対向するコアの断面積に差を設け、片側のコアの断面が他方のコア断面に含まれるように構成されていることを特徴とする請求項 1～3 のいずれかに記載のロボット装置。

【請求項 5】 複数のリンクとリンクを結合する関節を有し、前記関節の駆動機構および該駆動機構の駆動制御装置を各リンクに分散配置して、前記リンクと前記駆動機構および駆動制御装置とでそれぞれユニットを作り、これらユニットを複数連結することで構成したロボット装置において、少なくとも一つのユニットに商用電源の入力端子と、外部直流電源の入力端子と、前記商用電源を整流平滑して直接または変換器を介して前記駆動制御装置の直流母線に出力するコンバータ装置と、前記外部直流電源の入力電圧を前記コンバータ装置の出力電圧に変換して共通直流母線に出力する DC/DC コンバータとを備えたことを特徴とするロボット装置。

【請求項 6】 複数のリンクと該リンクを結合する関節を有し、該関節の駆動機構および該駆動機構の駆動制御装置を前記リンクの一部または全部に分散配置してユニット構成されたロボット装置において、少なくとも一つのユニットに電力蓄積手段と、外部電源の異常検出手段と、通常時には外部電源から前記電力蓄積手段へ電力を供給し、外部電源異常時には前記電力蓄積手段から各ユニットへの給電を行う電力変換手段を備えたことを特徴とするロボット装置。

【請求項 7】 前記外部電源の異常時に、予め設定された退避動作を行った後、各ユニットの消費電力を最小に保って待機するか、または停止する制御シーケンスを有する制御手段を備えたことを特徴とする請求項 6 記載のロボット装置。

【請求項 8】 複数のリンクとリンクを結合する関節を有し、前記関節の駆動機構および該駆動機構の駆動制御装置を各リンクに分散配置して、前記リンクと前記駆動機構および駆動制御装置とでそれぞれユニットを作り、これらユニットを複数連結することで構成したロボット装置において、前記少なくとも一つのユニットを構成するリンクが、一部または全部に一体に成形された閉断面構造部を有し、該閉断面構造部の内部に前記駆動制御装置が配置されていることを特徴とするロボット装置。

【請求項 9】 複数のリンクとリンクを結合する関節を有し、前記関節の駆動機構および該駆動機構の駆動制御装置を各リンクに分散配置して、前記リンクと前記駆動機構および駆動制御装置とでそれぞれユニットを作り、これらユニットを複数連結することで構成したロボット装置において、前記少なくとも一つのユニットを構成するリンクの一部に、内部に熱伝導流体が充填されて密閉された中空構造部を設け、該中空構造部の内部に前記駆動制御装置の一部または全部を配置し、前記リンクの一部または全部に放熱手段を設けたことを特徴とするロボット装置。

【請求項 10】 複数のリンクとリンクを結合する関節を有し、前記関節の駆動機構および該駆動機構の駆動制御装置を各リンクに分散配置して、前記リンクと前記駆動機構および駆動制御装置とでそれぞれユニットを作り、これらユニットを複数連結することで構成したロボット装置において、前記少なくとも一つのユニットを構成するリンクが熱良伝導性材料で形成され、かつ表面の一部または全部に電気絶縁層が形成され、該電気絶縁層上に前記駆動制御装置を構成する電気部品と配線部材の一部または全部が配置されていることを特徴とするロボット装置。

【請求項 11】 複数のリンクとリンクを結合する関節を有し、前記関節の駆動機構および該駆動機構の駆動制御装置を各リンクに分散配置して、前記リンクと前記駆動機構および駆動制御装置とでそれぞれユニットを作り、これらユニットを複数連結することで構成したロボット装置において、前記少なくとも一組の隣接するユニットのリンク同士を結合する関節の駆動機構に電動機が配され、該電動機の固定子が一方のユニットに配置され、回転子が他方のユニットに配置されていることを特徴とするロボット装置。

【請求項 12】 前記一方のユニットが、該ユニットの外表面と前記固定子の外表面に一体に設けられた構造物を有し、前記他方のユニットが、該ユニットの外表面と前記回転子の外表面に一体に設けられた構造物を有することを特徴とする請求項 11 記載のロボット装置。

【請求項 13】 複数のリンクとリンクを結合する関節を有し、前記関節の駆動機構および該駆動機構の駆動制御装置を各リンクに分散配置して、前記リンクと前記駆動機構および駆動制御装置とでそれぞれユニットを作

り、これらユニットを複数連結することで構成したロボット装置において、前記駆動機構として減速機構を用いず直接前記関節を駆動する電動機が設けられ、該電動機の内部の磁気回路を利用して電力給電および信号伝送を行う伝送手段を備えたことを特徴とするロボット装置

【請求項 14】 複数のリンクとリンクを結合する関節を有し、前記関節の駆動機構および該駆動機構の駆動制御装置を各リンクに分散配置して、前記リンクと前記駆動機構および駆動制御装置とでそれぞれユニットを作り、これらユニットを複数連結することで構成したロボット装置において、前記駆動機構の減速機としてウオームギヤ減速機が用いられ、前記関節の主軸受内輪と前記ウオームギヤ減速機のウオームホイールおよび被駆動リンクが連結されると共に、ウオームホイールから被駆動リンクまでの回転関節軸中心が中空構造とされ、この中空部分に電力を非接触伝送する高周波トランスを構成するコアおよび信号伝送用の光送受信装置が設けられ、一方のコアおよび光送受信装置が駆動リンクに固定され、他方のコアおよび光送受信装置が被駆動リンクに固定されていることを特徴とするロボット装置。

【請求項 15】 複数のリンクとリンクを結合する関節を有し、前記関節の駆動機構および該駆動機構の駆動制御装置を各リンクに分散配置して、前記リンクと前記駆動機構および駆動制御装置とでそれぞれユニットを作り、これらユニットを複数連結することで構成したロボット装置において、前記駆動機構の減速機として、前記関節の主軸受外輪とウオームホイールおよび被駆動リンクが連結されたウオームギヤ減速機を設け、前記ウオームホイールから被駆動リンクまでの回転関節軸中心が中空構造とされ、この中空部分に電力を非接触伝送する高周波トランスを構成するコアおよび信号伝送用の光送受信装置が設けられ、一方のコアおよび光送受信装置が駆動リンクに固定され、他方のコアおよび光送受信装置が被駆動リンクに固定された関節構造を持つことを特徴とするロボット装置。

【請求項 16】 前記駆動リンクに固定されたコアと前記ウオームホイールとの間、または前記コアを固定する中空円筒部と前記ウオームホイールとの間に、防塵、防油用のシールを設けたことを特徴とする請求項 14 項記載のロボット装置。

【請求項 17】 前記関節の主軸受内輪と主軸受外輪との間の被駆動リンク側の部分、あるいは被駆動リンクに固定されたコアと前記主軸受内輪との間に、防塵、防油用のシールを設けたことを特徴とする請求項 15 項記載のロボット装置。

【請求項 18】 複数のリンクと該リンクを結合する関節とを有するロボット装置において、電動機と減速機および前記複数の隣接するリンクの相対的な回転運動を案内する軸受を一体の関節ユニットとして構成し、該関節ユニットを隣接する前記リンク間に 2 個並列に配置結合

したことを特徴とするロボット装置。

【請求項 19】 複数のリンクとリンクを結合する関節を有し、前記関節の駆動機構および該駆動機構の駆動制御装置を各リンクに分散配置して、前記リンクと前記駆動機構および駆動制御装置とでそれぞれユニットを作り、これらユニットを複数連結することで構成したロボット装置において、作業プログラムに最適なユニット構成を求める処理部と、該処理部によって決められたユニット構成を自動生成して作業ロボットを組み立てるユニット交換手段とを備えたことを特徴とするロボット装置。

【請求項 20】 それぞれ別の自由度、形状、駆動力をもつユニットを複数格納した組み立て場所と、作業場所との間を、前記作業ロボットまたはユニット交換手段のどちらかが移動可能に構成されていることを特徴とする請求項 19 記載のロボット装置。

【請求項 21】 複数のリンクとリンクを結合する関節を有し、前記関節の駆動機構および該駆動機構の駆動制御装置を各リンクに分散配置して、前記リンクと前記駆動機構および駆動制御装置とでそれぞれユニットを作り、これらユニットを複数連結することで構成したロボット装置において、前記ユニットを組み立て電源を立ち上げる際に、ロボットベース部に近いユニットから順次電源を立ち上げることにより、各ユニットの ID を自動的に認識する制御手段を備えたことを特徴とするロボット装置。

【請求項 22】 複数のリンクとリンクを結合する関節を有し、前記関節の駆動機構および該駆動機構の駆動制御装置を各リンクに分散配置して、前記リンクと前記駆動機構および駆動制御装置とでそれぞれユニットを作り、これらユニットを複数連結することで構成したロボット装置において、任意の点からある目標点までの移動に際し、到達時間や精度は保ちつつ、全体としての電力消費が小さくなる各関節の動作パターンを自動生成する制御手段を備えていることを特徴とするロボット装置。

【請求項 23】 複数のリンクとリンクを結合する関節を有し、前記関節の駆動機構および該駆動機構の駆動制御装置を各リンクに分散配置して、前記リンクと前記駆動機構および駆動制御装置とでそれぞれユニットを作り、これらユニットを複数連結することで構成したロボット装置において、前記各ユニットが、通電時間や実効トルクなどの動作履歴を記憶する記憶手段と、構成する機構部品の消耗度合いを検知する検知手段とを備えていることを特徴とするロボット装置。

【請求項 24】 複数のアクチュエータに対する位置、速度、電流およびトルクのうち少なくとも一つの指令値を生成する主コントローラと、その指令値に追従するようにサーボ制御を行う複数のサブコントローラとが、リアルネットワーク型通信路で接続されたロボット装置において、すべての前記サブコントローラが指令値の受

信を完了したことを検出した時点で、それらの指令値を有効とすることを特徴とするロボット装置。

【請求項 2-5】 前記主コントローラは、前記各サブコントローラに順に指令値を送信することを特徴とする請求項 2-4 記載のロボット装置。

【請求項 2-6】 前記主コントローラは、すべての前記サブコントローラが同時に受信すべき一つのデータを送り、そのデータの中に、すべての前記サブコントローラに対する指令値を含めることを特徴とする請求項 2-4 記載のロボット装置。

【請求項 2-7】 複数のアクチュエータに対する位置、速度、電流およびトルクのうち少なくとも一つの指令値を生成する主コントローラと、その指令値に追従するようにサーボ制御を行う複数のサブコントローラとが、シリアルネットワーク型通信路で接続されたロボット装置において、前記主コントローラが、すべての前記サブコントローラに予め指令値を送信し、その後、すべてのサブコントローラが同時に受信すべき同期コマンドを発信し、各サブコントローラがその同期コマンドの受信を完了した時点で、予め送信されていた指令値を有効とすることを特徴とするロボット装置。

【請求項 2-8】 複数のアクチュエータに対する位置、速度、電流およびトルクのうち少なくとも一つの指令値を生成する主コントローラと、その指令値に追従するようにサーボ制御を行う複数のサブコントローラとが、シリアルネットワーク型通信路で接続されたロボット装置において、前記各サブコントローラが指令値を受信完了してから、各サブコントローラ毎に予め定められた時間経過後に、その指令値を有効とすることを特徴とするロボット装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、複数のリンクとリンクを結合する関節を有し、関節の駆動機構および該駆動機構の駆動制御装置を各リンクに分散配置して、リンク（このリンクは、1 個のリンクの全体に相当する場合と、隣合う 2 個のリンクのそれぞれの一部に相当する場合の両方を含む）と前記駆動機構および駆動制御装置とで構成単位としてのユニットを作り、これを複数連結することで全体または一部を構成したロボット装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 図 4-5 は、例えば特開平 5-154778 号公報に示された従来のロボット装置の構成単位としてのユニットの構造を示す図である。図において、1 a、1 b はリンク（厳密には隣合う 2 個のリンクの各一部であるが、ここではリンクという）、2 はリンク 1 a と 1 b を結合する関節、3 は関節 2 の駆動機構、4 はリンク 1 a に配置された駆動制御装置、5 は給電および信号伝送を行うための配線、6 および 7 は配線 5 の両端部

に設けられたコネクタ、8 は 1-7 の主要部品で構成されたユニットである。図 4-5 に示されたユニット 8 は、ロボット装置（図示せず）の一部を構成するもので、リンク 1 a、1 b の端部に別のユニット（図示せず）を連結することでロボット装置を構成する。

【0003】 次に動作について説明する。リンク 1 a、1 b の端部に別のユニットが連結されると、コネクタ 6、7 および配線 5 を介して、ユニット 8 は隣のユニットと電気的に接続される。駆動制御装置 4 には、連結された隣のユニットの片側から電力および制御信号が付与され、同信号に基づいて、駆動制御装置 4 は関節 2 を駆動する駆動機構 3 の制御を行う。駆動機構 3 の電力供給も駆動制御装置 4 の場合と同様に、隣接する図示しないユニットから、コネクタ 6 または 7 と配線 5 を介して行われる。

【0004】 図 4-6 は、例えば特開平 6-6993 号公報に示された別の従来のロボット装置等に用いられる電動機制御システムの構成を示す図である。同図において、9 は固定側に配置されるロボット装置の制御装置、10 a、10 b はロボット装置を構成するユニット、11 a および 11 b は各々ユニット 10 a、10 b に配置された電動機装置、12 a および 12 b は、制御装置 9 とユニット 10 a の間、およびユニット 10 a とユニット 10 b の間にそれぞれ配置された分離型トランス、13 a-13 d、および 13 e、13 f は、制御装置 9 とユニット 10 a の間、およびユニット 10 a とユニット 10 b の間にそれぞれ配置された信号伝送用カプラである。

【0005】 次に動作について説明する。まず、給電については、固定側に配置された制御装置 9 が図示しない外部商用電源に接続されている。制御装置 9 からユニット 10 a への給電は分離型トランス 12 a を介して非接触に行われ、ユニット 10 b への給電は同様に分離型トランス 12 b を介して非接触にユニット 10 a から行われる。

【0006】 また、電動機装置 11 a、11 b の制御については、次のように行われる。ここでは電動機装置 11 a を例にとって説明する。電動機装置 11 a から、電動機の回転子位置や速度等の電動機情報が、信号伝送用カプラ 13 b を介して制御装置 9 に伝送される。制御装置 9 には、前記電動機情報に基づいて、電動機装置 11 a に与えるトルク指令を算出する図示しない位置増幅器および速度増幅器が内蔵されており、算出された前記トルク指令が制御装置 9 から信号伝送用カプラ 13 a を介して電動機装置 11 a に伝送され、それに基づいてユニット 10 a が制御される。電動機装置 11 b についても同様に制御が行われ、電動機情報は信号伝送用カプラ 13 f、13 d を介して電動機装置 11 b から制御装置 9 に伝送され、トルク指令は信号伝送用カプラ 13 c、13 e を介して制御装置 9 から電動機装置 11 b に伝送さ

れ、それによりユニット10bが制御される。

【0007】図47は、例えばハーモニックドライブシステムズ社カタログ(N o. 93-0-5-I R-S Fなど)に示されたものと同様の、従来良く用いられているロボット装置の関節構造を示す断面図である。図において、16は駆動リンク、17は被駆動リンク、18は回転関節軸、19は主軸受内輪、20は主軸受外輪、21は電動機、22は駆動側プーリ、23はベルト、24は従動側プーリ、25はハーモニックドライブ減速機、26はウェーブジェネレータ、27はフレクスプライン、28、29は玉軸受、30は被駆動リンク固定ボルトである。なお、電力供給ケーブル、信号伝送ケーブルなど(図示せず)が駆動リンク16と被駆動リンク17の間に多数配線されている。

【0008】次に動作について説明する。従来のロボット装置では、駆動リンク16に固定された電動機21の出力は、駆動側プーリ22、ベルト23、従動側プーリ24を介して伝達され、ハーモニックドライブ減速機25のウェーブジェネレータ26に入力される。ハーモニックドライブ減速機25で減速された出力はフレクスプライン27から出力され、フレクスプライン27に連結された被駆動リンク17を回転関節軸18回りに回転させる。

【0009】図48は、例えば日本機械学会講習会N o. 930-67教材P. 49に示された従来のロボット装置の関節部分の構造図である。図において、33は関節を駆動する電動機(駆動機構)、34は電動機33の回転位置を検出するエンコーダ、35は電動機軸、36は減速機で入力側が電動機軸35に、出力側が軸受内輪40に結合されている。37は軸受外輪、38は減速機36を格納し軸受外輪37が取り付けられるハウジング、39は電動機33をハウジング38に取り付けるためのブラケットであり、以上の電動機33、減速機36、軸受37、40、ハウジング38を主要な構成要素として、関節ユニットが構成されている。また、ハウジング38は上位リンク47と結合され、軸受内輪40は下位リンク48と結合されている。

【0010】次に動作について説明する。このロボット装置の関節では、電動機33に駆動電流を供給して駆動させると、エンコーダ34で検出された電動機軸35の回転位置に応じて電動機の駆動電流が外部回路によって制御される。電動機軸35が回転すると、電動機33のトルクは減速機36および軸受内輪40を介して下位リンク48に伝達され、上位リンク47に対して下位リンク48は回転動作を行う。

【0011】また、特開昭59-214578号公報には、複数の異なる形状を持つユニットを組み合わせることにより、作業に応じた自由度構成をもつロボット装置を構成して作業を行うものが開示されている。また、特開平5-154781号公報には、多軸ロボットの各軸

毎の移動時間を求め、その中の最長移動時間に合わせて他の軸の動作パターンを再計算することにより、無駄な加減速を行わずに、省電力化、長寿命化を図るようにしたものが開示されている。

【0012】さらに、従来の産業用ロボットのほとんどでは、マニピュレータ内に内蔵されたアクチュエータおよび位置検出器が、別置きのコントローラとそれぞれ独立の配線で接続されていた。この場合、配線数が膨大となり、組立性・信頼性が悪いという問題点がある。そこで、例えば特公平4-20202号公報に示すように、位置指令値を生成する主コントローラと、各アクチュエータを制御するサブコントローラをシリアルネットワーク型通信路で接続することにより、配線数を削減し、拡張性に富んだものとするロボット装置が提案されている。

【0013】図49は、例えば特公平4-20202号公報に示されたロボット装置と類似の従来のロボット装置の制御系統を示す構成図であり、図において、51は主コントローラ、52はサブコントローラ、53は位置検出器、54はアクチュエータ、55はシリアルネットワーク型通信路、56はデータアドレス判別装置であり、ここではサブコントローラが3台の場合を示している。図50は、従来のロボット装置の通信タイミングを示す。図51は、従来のロボット装置の送信データフォーマットを示し、図において、57aはアドレス、57bは送受ビット、57cは位置指令値である。

【0014】次に動作について説明する。主コントローラ51は、特定の時点でアクチュエータ54a~54cが同時にとるべき位置指令値を計算し、シリアルネットワーク通信路55から各サブコントローラ52a~52cへ順に送信する。図50に示すように、時刻t1に指令値の生成が完了し、時刻t2からt3にかけてサブコントローラ52aに対して位置指令値を送信する。その後、順次時刻t4からt5にかけてはサブコントローラ52b、時刻t6からt7にかけてはサブコントローラ52cに対して指令値を送信する。その際の送信データのフォーマットが図51に示されている。図において、57aは、シリアルネットワーク型通信路55を通過しているデータの送信先がサブコントローラ52a~52cのいずれであるかを示すアドレスビットであり、57bは、主コントローラからサブコントローラに対して送信しているデータか、その逆であるかを示すビットで、具体的な位置指令値は57cで与えられる。データアドレス判別装置6はその先に接続されているサブコントローラ52のアドレスに送信データのアドレス57aが一致し、かつ、主コントローラからサブコントローラへの送信データである場合のみ、サブコントローラ52に対してその送信データを通過させる。また、サブコントローラ52は、位置指令値を受信後すぐその位置指令値を有効にして、アクチュエータ54の位置がその位置指令値

に一致するように位置検出器53の情報を用いてサーボ制御を行う。以後、同様に位置指令値生成、位置指令値送信を繰り返す。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】従来のロボット装置は以上のように構成されているので、ユニット間の給電や信号伝送に配線やコネクタが必要であり、組立時の結線に多大な労力と時間が必要とされるばかりでなく、可動部における配線の断線やコネクタ部の接触不良等のためロボット装置の信頼性が低下し、保守性も劣るという問題点があった。

【0016】また、非接触の給電や信号伝送手段を用いた別の従来のロボット装置は、ロボットの自由度が増加して多軸になればなるほど電動機情報を伝送する信号線が増加し、固定部に配置された制御装置に近い位置にあるユニットでは膨大な信号線数になってしまい、組立時の結線に多大な労力と時間が必要とされるばかりでなく、複雑で高価なケーブルが必要となるという問題点があった。また、非接触給電部分における電力の伝送方向が一方向であるため、電動機装置からの電力回生が生じた場合には電動機装置を含むユニット内部で処理を行う必要があり、過大なコンデンサやエネルギー処理用の抵抗が必要となってロボット装置のコストが増大したり、装置が小型化できないといった問題点があった。

【0017】さらに、従来のロボット装置は、工場ライン等の商用電源を利用した環境で動作するように設計されているため、屋外作業時には商用電源と同等の交流電源となる発電機や変換器をロボット装置に取り付ける必要があった。また、商用電源を利用している場合、特に停電対策の無い小規模なライン等で使用している場合には、電源異常時にロボット装置の動作が保証されなかったり、機械的ブレーキによって停止するだけで、電源復帰時に初期設定等に多大な労力が必要となるなどの問題点があった。

【0018】また、従来のロボット装置は、回転関節中心部分に電力および信号の非接触伝送装置を具備できるスペースを持つ関節構造を実現するのが、困難であったり高価になるという問題点があった。例えば、ハーモニックドライブ式関節構造を採用した場合、ウェーブジェネレータには最大直径15mm程度の穴しかあけることができない。また、フレクスプラインの内壁には潤滑剤として大量のグリースを塗布して用いるので、フレクスプラインの内側に電力及び信号の非接触伝送装置を組み込もうとすると、グリースにより汚染されてしまうという問題点があった。さらに、電力供給ケーブルや信号伝送ケーブルなどが駆動リンクと被駆動リンクの間に多数配線されるため、駆動リンク側と被駆動リンク側を分離するのが困難であり、保守及び組立作業が困難であると共に、ケーブルの断線が生じやすいという問題点があった。この点は、RV減速機、サイクロ減速機などの他の

遊星歯車型減速機を関節部分に用いた場合も同様であった。

【0019】また、従来のロボット装置は、必要なトルクや剛性に応じて、関節毎にトルクや剛性の異なる別々の関節ユニットを設ける必要があったり、各関節で共通の関節ユニットを使用すると関節によってトルクや剛性に過不足が生じてしまうといった問題点があった。

【0020】また、最近では多様なニーズに対応した少量多品種生産が進んでいるが、従来のロボット装置は、各作業に合わせて随時別のロボット装置を購入設置する必要があるなど非常に効率が悪く、またコストもかかるという問題点があった。

【0021】一方、複数のユニットから作業に応じて必要なユニットを選択し、組み立てることのできるシステムでは、非常に頻繁に使用するユニットと、使用頻度の低いユニットの間で消耗度にバラツキがあるが、従来のロボット装置では、このようなバラツキを把握できず、ユニットの交換時期等を正確に知ることができないため、精度や安全性の面で大きな問題点があった。さらに、このようなユニット単位の構成をとるとき、中央で処理を行う部分にとっては、各ユニットにID（識別符号）等の番号を付し、それぞれを区別して認識する必要がある。そのためにIDスイッチなどが利用されているが、上記のような作業に応じてユニット構成を自由に変更できる装置の場合、各ユニットが毎回同じIDとなる保証はなく、構成変更の度にそれぞれのIDスイッチを設定し直す必要があっただけでなく、IDスイッチを設置すること自体がロボットの小型化の障害となっていた。

【0022】また、従来のロボット装置では、主コントローラは各々のサブコントローラに対して順に位置指令値を送信し、各サブコントローラは自己に対する指令値のみを受け取り、その指令値を受け取った時点でその指令値を有効にしてサーボ制御を行うことになる。しかしながら、主コントローラが生成している位置指令値は、各サブコントローラが、ある時点において同時に満足すべきものである。本来これらの指令値は、各サブコントローラに対して、同時に与えられるべきものであるが、従来のロボット装置の構成では、一つサブコントローラずつ順にしか与えることが出来ず、しかも、通信時間の遅れがあるため、各々のサブコントローラが受け取る時刻にズレが発生してしまう。指令値の受信時刻に差が生じると、指令値を有効にするタイミングにずれが生じる。産業用ロボットは各関節にあるアクチュエータの位置が合わさって先端の位置が決まるため、このように指令値を有効にするタイミングにずれがあると、結局手先の位置が本来主コントローラが目標としている位置からずれてしまうことになる。そのため高い軌跡精度が要求されるような作業は遂行出来なくなるという問題点があった。

【0023】また、もしこのずれの影響を少なくしようとすれば、高速で高価な通信路を用いる必要があり、ノイズにも弱くなってしまうという問題点があった。また、指令値受信タイミングのズレが問題にならない程度に低速で動作させる方法もあるが、作業効率が非常に悪化してしまうという問題点があった。

【0024】請求項1の発明は上記のような問題点を解消するためになされたもので、設置性や機動性に優れ、ユニット交換が容易で、用途に適したロボット装置を容易に構成でき、しかも関節部分に配線が無く、信頼性、保守性、組立性に優れたロボット装置を得ることを目的とする。

【0025】請求項2の発明は、ユニット間での電力の授受が自由に行えて、回生電力を有効に利用することができ、それにより駆動効率の向上を図れるロボット装置を得ることを目的とする。

【0026】請求項3の発明は、関節部分の小型化とユニット間の接合の容易化を図れる高効率の非接触給電装置を備えたロボット装置を得ることを目的とする。

【0027】請求項4の発明は、高い製作精度を必要とせず、安価で安定した出力が得られる非接触給電装置を備えたロボット装置を得ることを目的とする。

【0028】請求項5の発明は、商用電源への接続が困難な場所でもバッテリーや太陽電池等の電源に容易に接続でき、様々な作業環境に対応できるロボット装置を得ることを目的とする。

【0029】請求項6の発明は、停電等の電源異常時にも安定して動作させる得る信頼性の高いロボット装置を得ることを目的とする。

【0030】請求項7の発明は、電源異常時の状態から電源復帰した時の初期設定等が不要で、容易に作業復帰できる作業性および信頼性の高いロボット装置を得ることを目的とする。

【0031】請求項8の発明は、軽量かつ高剛性であり、障害物と接触した場合にも内蔵した駆動制御装置を保護することのできる信頼性の高いロボット装置を得ることを目的とする。

【0032】請求項9および10の発明は、ユニットに内蔵した駆動制御装置の放熱性に優れ、ユニットの小型化が容易なロボット装置を得ることを目的とする。

【0033】請求項11の発明は、ユニットの組み合わせに適した電動機容量の駆動機構が構成できるとともに、組立が容易で低価格化を実現できるロボット装置を得ることを目的とする。

【0034】請求項12の発明は、屋外作業や液中作業等で重要な耐水、耐油、耐湿性に優れ、また引火性雰囲気中での作業等で重要な防爆性に優れたロボット装置を得ることを目的とする。

【0035】請求項13の発明は、電動機内部の磁気回路により電力給電および信号伝送を行うことができるロ

ボット装置を得ることを目的とする。

【0036】請求項14および15の発明は、回転関節中心部分に電力および信号の非接触伝送装置を収容できるスペースを持ち、しかも簡単に着脱可能な関節構造を持つロボット装置を得ることを目的とする。

【0037】請求項16および17の発明は、グリースなどの潤滑剤や塵などの影響を受けない、電力および信号の非接触伝送装置を中空関節部に持つロボット装置を得ることを目的とする。

【0038】請求項18の発明は、関節毎に別々の関節ユニットを必ずしも設ける必要がなく、また複数の関節で共通な関節ユニットを使用できるロボット装置を得ることを目的とする。

【0039】請求項19～23の発明は、作業に合わせてユニットの組み合わせを自由に選択でき、ユニットのID設定が容易で、効率的に動作で、しかもユニットの寿命や交換時期が自動的に分かるロボット装置を得ることを目的とする。

【0040】請求項24～28の発明は、比較的低速なネットワーク型通信路を用いても、複数のサブコントローラに対して各々送信するデータが時間的にずれることなく同時に有効とすることができ、軌跡精度を向上させることができるロボット装置を得ることを目的とする。

【0041】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明に係るロボット装置は、関節の駆動機構および駆動機構の駆動制御装置がリンクに分散配置されてユニット化されたものにおいて、ユニットのリンクを連結する関節部分に、隣接するユニットの駆動制御装置間の通信を行う通信手段と、隣接するユニット間で電力供給を非接触で行う電力供給手段とを配置したものである。

【0042】請求項2の発明に係るロボット装置は、電力供給手段を、隣接するユニット間で電力を双方向に供給可能に構成したものである。

【0043】請求項3の発明に係るロボット装置は、関節の駆動機構に中空部を設け、該中空部に電力供給手段を配置したものである。

【0044】請求項4の発明に係るロボット装置は、分離型トランスを用いた非接触の電力供給手段を備え、分離型トランスの対向するコア断面のコア断面積に差を設け、片側のコア断面が他方のコア断面に含まれるように構成したものである。

【0045】請求項5の発明に係るロボット装置は、少なくとも一つのユニットに商用電源および外部直流電源の入力端子を備え、商用電源を整流平滑して直接または変換器を介して駆動制御装置の直流母線に出力するコンバータ装置と、外部直流電源の入力電圧をコンバータ装置の出力電圧に変換して共通直流母線に出力するDC/DCコンバータを備えたものである。

【0046】請求項6の発明に係るロボット装置は、少

10

20

30

40

50

なくとも一つのユニットに電力蓄積手段と、外部電源の異常検出手段と、通常時には外部電源から電力蓄積手段へ電力を供給し、外部電源異常時には電力蓄積手段から各ユニットへの給電を行う電力変換手段を備えたものである。

【0047】請求項7の発明に係るロボット装置は、外部電源の異常時に予め設定された退避動作を行った後、各ユニットの消費電力を最小に保って待機するか、または停止する制御シーケンスを制御手段に備えたものである。

【0048】請求項8の発明に係るロボット装置は、ユニットを構成するリンクに閉断面構造部を設け、その内部に駆動制御装置を配置したものである。

【0049】請求項9の発明に係るロボット装置は、ユニットを構成するリンクの一部に、内部に熱伝導流体が充填されて密閉された中空構造部を設け、該中空構造部の内部に駆動制御装置の一部または全部を配置し、リンクの一部または全部に放熱手段を設けたものである。

【0050】請求項10の発明に係るロボット装置は、リンクを熱良伝導性材料で形成し、その表面の一部または全部に電気絶縁層を形成して、その電気絶縁層上に駆動制御装置を構成する電気部品と配線部材の一部または全部を配置したものである。

【0051】請求項11の発明に係るロボット装置は、隣接するユニットの関節の駆動機構として電動機を用い、この電動機の固定子を一方のユニットに備え、回転子を他方のユニットに備えたものである。

【0052】請求項12の発明に係るロボット装置は、請求項11の発明において、一方のユニットが、該ユニットの外表面と固定子の外表面に一体に設けられた構造物を有し、他方のユニットが、該ユニットの外表面と回転子の外表面に一体に設けられた構造物を有したものである。

【0053】請求項13の発明に係るロボット装置は、電動機の内部の磁気回路を利用して電力給電および信号伝送を行う伝送手段を備えたものである。

【0054】請求項14に係るロボット装置は、ウォームギヤを減速機として用い、関節の主軸受内輪とウォームホイール及び被駆動リンクを連結すると共にウォームホイールから被駆動リンクまでの回転関節軸中心を大きな中空スペースを持つ構造とし、この中空部分に電力を非接触伝送する高周波トランスを構成するコア及び信号伝送用の光送受信装置を設け、一方のコア及び光送受信装置を駆動リンクに固定し、他方のコア及び光送受信装置を被駆動リンクに固定してなる関節構造を備えたものである。

【0055】請求項15に係るロボット装置は、主軸受内輪に代えて、主軸受外輪とウォームホイール及び被駆動リンクを連結したものである。

【0056】請求項16に係るロボット装置は、請求項

14の発明において、駆動リンクに固定されたコアとウォームホイールとの間、またはコアを固定する中空円筒部とウォームホイールとの間に、防塵、防油用のシールを設けたものである。

【0057】請求項17に係るロボット装置は、請求項15の発明において、主軸受内輪と主軸受外輪との間の被駆動リンク側の部分、あるいは被駆動リンクに固定されたコアと前記主軸受内輪との間に、防塵、防油用のシールを設けたものである。

10 【0058】請求項18の発明に係るロボット装置は、電動機と減速機および隣接するリンクの相対的な回転運動を案内する軸受を一体の関節ユニットとして構成し、関節ユニットを隣接するリンク間に2個並列に配置結合したものである。

【0059】請求項19の発明に係るロボット装置は、作業プログラムに応じた最適なユニット構成を求める処理部と、処理部によって決められたユニット構成を自動生成して作業ロボットを組み立てるユニット交換を備えたものである。

20 【0060】請求項20の発明に係るロボット装置は、それぞれ別の自由度、形状、駆動力をもつユニットを複数格納した組み立て場所と、作業場所との間を、作業ロボットまたはユニット交換手段のどちらかが移動できるようにしたものである。

【0061】請求項21の発明に係るロボット装置は、ユニットを組み立て電源を立ち上げる際に、ロボットベース部に近いユニットから順次電源を立ち上げることにより、各ユニットのIDを自動的に認識する制御手段を備えたものである。

30 【0062】請求項22の発明に係るロボット装置は、任意の点からある目標点までの移動に際し、到達時間や精度は保ちつつ、全体としての電力消費が小さくなる各関節の動作パターンを自動生成する制御手段を備えたものである。

【0063】請求項23の発明に係るロボット装置は、各ユニットが、通電時間や実効トルクなどの動作履歴を記憶する記憶手段と、構成する機構部品の消耗度合いを検知する検知手段と、それらユニット毎の情報を外部に知らせる手段を備えたものである。

40 【0064】請求項24の発明に係るロボット装置は、すべてのサブコントローラが指令値の受信を完了したことを検出した時点で、それらの指令値を同時に有効とする有効とする制御手段を備えたものである。

【0065】請求項25の発明に係るロボット装置は、主コントローラが、各サブコントローラに順に指令値を送信するものである。

【0066】請求項26の発明に係るロボット装置は、主コントローラが、すべてのサブコントローラが同時に受信すべき一つのデータを送り、そのデータの中に、すべてのサブコントローラに対する指令値を含めるもので

ある。

【0067】請求項27の発明に係るロボット装置は、すべてのサブコントローラに対して指令値を送信した後、すべてのサブコントローラが同時に受信する同期コマンドを主コントローラが発信し、各サブコントローラがその同期コマンドを受信を完了した時点で、指令値を同時に有効にするようにしたものである。

【0068】請求項28の発明に係るロボット装置は、各サブコントローラが自分に対する指令値を受信完了してから、予め定められた時間の後にその指令値を有効にするようにしたものである。

【0069】

【作用】請求項1の発明におけるロボット装置は、ロボット装置を構成するユニットに内蔵された駆動制御装置間で制御情報等の通信が行われてロボット装置が駆動され、関節部に設けられた非接触給電手段により配線やコネクタを用いることなく隣接するユニット間の電力供給が行われる。

【0070】請求項2の発明におけるロボット装置は、ロボット装置を構成するユニットに内蔵された駆動制御装置間で制御情報等の通信が行われてロボット装置が駆動され、関節部に設けられた非接触給電手段により配線やコネクタを用いることなく隣接するユニット間の電力供給を行うように動作し、駆動機構から回生電力が発生した場合は外部電源側に位置する隣接したユニットへ回生される。

【0071】請求項3の発明におけるロボット装置は、ユニットの関節の駆動機構に設けられた中空部に非接触の電力供給手段が配置され、隣接するユニット間で電力の供給が行われる。

【0072】請求項4の発明におけるロボット装置は、分離型トランスを用いて隣接するユニット間の電力供給が非接触に行われ、対向するコア断面部分において、各々のユニットの位置に関係なく片側のコア断面が他方のコア断面に含まれる構造が維持される。

【0073】請求項5の発明におけるロボット装置は、商用電源を電力供給源として動作する場合は、コンバータ装置により整流平滑して直接または変換器を介して直流電力が駆動制御装置へ供給され、バッテリーや太陽電池等の外部直流電源を電力供給源として動作する場合は、入力電圧を商用電源用のコンバータ装置の出力電圧に変換して共通直流母線により駆動制御装置への電力供給が行われる。

【0074】請求項6の発明におけるロボット装置は、通常時は外部電源からロボット装置の電力供給が行われると同時に、少なくとも一つのユニット設けられた電力蓄積手段に電力が蓄積され、外部電源の異常検出手段により電源異常が検出された場合、電力蓄積手段から各ユニットへの電力供給が行われる。

【0075】請求項7の発明におけるロボット装置は、

通常時は外部電源からロボット装置の電力供給が行われると同時に、少なくとも一つのユニット設けられた電力蓄積手段に電力が蓄積され、外部電源の異常検出手段により電源異常が検出された場合、電力蓄積手段から各ユニットへの電力供給が行われるとともに、予め設定された退避動作を行い、各ユニットの消費電力を最小に保って待機するか、または停止する。

【0076】請求項8の発明におけるロボット装置は、ユニットを構成するリンクが閉断面構造部を持つので、リンクが高剛性に構成され、内部に配置された駆動制御装置が保護される。

【0077】請求項9の発明におけるロボット装置は、内部に熱伝導流体が充填されて密閉された中空構造部に駆動制御装置の一部または全部が配置されているので、駆動制御装置で生じた熱は充填された熱伝導性流体の対流等により、リンクの一部または全部に設けられた放熱手段から効率的に放熱される。

【0078】請求項10の発明におけるロボット装置は、リンクの構造部材が熱良伝導性材料で形成され、表面の一部または全部に電気絶縁性となる処理が施され、同部分上に駆動制御装置を構成する電気部品と配線部材が配置されているので、放熱性が良く、高密度に実装される。

【0079】請求項11の発明におけるロボット装置は、隣接するユニットの関節部分において、片側のユニットに配置された電動機の固定子と、他方のユニットに配置された電動機の回転子によって、関節の駆動機構の動力源となる電動機が構成される。

【0080】請求項12の発明におけるロボット装置は、隣接するユニットの関節部分において、片側のユニットに配置された電動機の固定子と、他方のユニットに配置された電動機の回転子によって関節の駆動機構の動力源となる電動機が構成され、固定子および回転子とユニット本体の少なくとも外表面に一体に設けられた構造物によりロボット装置の内部構造が外界から隔絶される。

【0081】請求項13の発明におけるロボット装置は、電動機内部の磁気回路により回転子が回転するとともに、上記磁気回路に鎖交するコイルに誘導電流が発生し、電力給電および信号伝送が行われるように動作する。

【0082】請求項14の発明におけるロボット装置は、主軸受内輪とウォームホイールと被駆動リンクを連結し、ウォームホイールから被駆動リンクまでの回転関節軸中心に大きな中空スペースを持たせ、この中空部分に電力を伝送する高周波トランスを構成するコア及び信号伝送用の光送受信装置を設けることにより、非接触で電力及び信号の伝送を行う。

【0083】請求項15の発明におけるロボット装置は、主軸受外輪とウォームホイールと被駆動リンクを連

17

結し、ウォームホイールから被駆動リンクまでの回転関節軸中心に大きな中空スペースを持たせ、この中空部分に電力を伝送する高周波トランスを構成するコア及び信号伝送用の光送受信装置を設けることにより、非接触で電力及び信号の伝送を行う。

【0084】請求項16の発明におけるロボット装置は、シールを設けたことにより、電力及び信号の非接触伝送装置が潤滑剤や塵の影響を受けなくなる。

【0085】請求項17の発明におけるロボット装置は、シールを設けたことにより、電力及び信号の非接触伝送装置が潤滑剤や塵の影響を受けなくなる。

【0086】請求項18の発明におけるロボット装置は、隣接するリンクに対して並列に配置結合された2個の関節ユニットが同じ速度で回転し、同じ大きさのトルクを伝達することにより、単独の関節ユニットの場合に対して2倍のトルクを伝達することができる。また、上位リンクから下位リンクに至る関節部分の機械的な剛性も、剛性に影響を与える減速機や軸受等の要素や結合部が2系統になるため、ほぼ2倍になる。

【0087】請求項19の発明におけるロボット装置は、作業プログラムに最適なユニット構成が処理部で求められ、そのユニット構成となるようユニット交換手段によって作業ロボットが組み上げられる。

【0088】請求項20の発明におけるロボット装置は、作業場所と組み立て場所を作業ロボットまたはユニット交換手段が移動して、ユニット交換を行う。

【0089】請求項21の発明におけるロボット装置は、ユニット組立時にユニットのIDを自動的に認識する。

【0090】請求項22の発明におけるロボット装置は、動作パターンを自動生成する制御手段により、到達時間や精度は保ちつつ、全体としての電力消費が小さくなるように各関節が駆動される。

【0091】請求項23の発明におけるロボット装置は、各ユニットの通電時間や実効トルクなどの動作履歴が記憶され、ユニット毎の情報が自動的に認識される。

【0092】請求項24の発明におけるロボット装置は、すべてのサブコントローラが指令値の受信を完了したことを検出した時点でそれらの指令値を同時に有効とするので、サブコントローラ毎に指令値を有効とするタイミングにずれがなくなる。

【0093】請求項25の発明におけるロボット装置は、主コントローラが各サブコントローラに順に指令値を送信し、すべてのサブコントローラが指令値の受信を完了したことを検出した時点でそれらの指令値を同時に有効とするので、サブコントローラ毎に指令値を有効とするタイミングにずれがなくなる。

【0094】請求項26の発明におけるロボット装置は、主コントローラがすべてのサブコントローラに同時にデータを送り、そのデータの中にすべてのサブコント

18

ローラに対する指令値を含め、すべてのサブコントローラが指令値の受信を完了したことを検出した時点でそれらの指令値を同時に有効とするので、サブコントローラ毎に指令値を有効とするタイミングにずれがなくなる。

【0095】請求項27の発明におけるロボット装置は、すべてのサブコントローラに対して指令値を送信した後、すべてのサブコントローラが同時に受信する同期コマンドを主コントローラが発信し、各サブコントローラがその同期コマンドの受信を完了した時点で、指令値を同時に有効にするので、サブコントローラ毎に指令値を有効とするタイミングにずれがなくなる。

【0096】請求項28の発明におけるロボット装置は、各サブコントローラが自己に対する指令値を受信完了してから、予め定められた時間の後にその指令値を有効とするので、サブコントローラ毎に指令値を有効とするタイミングにずれがなくなる。

【0097】

【実施例】

実施例1. 以下、この発明の一実施例を図について説明する。図1は請求項1の発明の一実施例によるロボット装置の構成図であり、(a)は組立図、(b)はユニット毎の分解図、図2は図1に示されたロボット装置の一部の構成を示す図、図3は図1に示されたロボット装置の内部構成を示すブロック図である。これらの図において、60a~60cはロボット装置を構成する各ユニット、61はユニット60aに内蔵されたコンバータ装置、62, 63a, 63bは各々ユニット60a~60cに内蔵された駆動制御装置、64a~64dは非接触給電を行うための分離型トランス（電力供給手段）、65はユニット60a~60cによって構成される5軸マニピュレータ型のロボット装置、66a~66cはユニット60a~60cを構成するリンク、67a~67eはロボット装置65の関節、68a~68eは各関節67a~67eの駆動用の電動機（駆動機構）、69a~69eは電動機68a~68eのエンコーダ、70b, 70cは電動機68b, 68cに取り付けられた減速機、71b, 71cは関節67b, 67cの軸受機構、72はロボット装置65に接続される商用電源、72aは商用電源の入力端子、73はノイズフィルタ、74は整流ダイオード、75a, 75bは平滑コンデンサ、76は商用電源72を整流ダイオード74および平滑コンデンサ75aによって整流平滑して得られる直流電圧から電動機68a~68eの駆動電源電圧に変換するDC/DCコンバータ（コンバータ装置）、77a, 77bは非接触給電用の電力供給手段としての分離型トランスの一次側64a, 64cを高周波で駆動する高周波駆動回路、78a, 78bは分離型トランスの二次側を整流する高周波整流ダイオード、79a, 79bは高周波低減用のフィルタ回路、80はロボット装置65に装着されるハンド装置、81はハンド装置80の駆動回路、8

2は主制御回路、83a、83bは副制御回路、84a～84cは主制御回路82と副制御回路83a、83bの電源回路、85a～85cは主制御回路82、副制御回路83a、83bの通信用インタフェース回路、86a～86dは関節67b、67c部分における通信用カプラ（通信手段）、87a～87eは電動機68a～68eの駆動回路、88は外部周辺装置、89は主制御回路82に接続された外部周辺装置88用インタフェース回路である。

【0098】ロボット装置65は3個のユニット60a～60cによって構成されている。上記ユニット60a～60cは関節67b、67cの部分において着脱できるように構成されており、同部分には非接触で給電を行うための分離型トランス64a～64dが設けられている。このロボット装置65は、関節67a～67eを有する5軸のマニピュレータ型ロボット装置で、関節67aの駆動機構となる電動機68a等と主制御回路82と電動機駆動回路87aはユニット60aに搭載され、関節67bおよび67cの駆動機構となる電動機68b、68c等と副制御回路83aと電動機駆動回路87b、87cはユニット60bに搭載され、関節67dおよび67eの駆動機構となる電動機68d、68e等と副制御回路83bと電動機駆動回路87d、87eはユニット60cに搭載されている。

【0099】図2は上記ユニット60a～60cのうち、ユニット60bの構造を示すもので、ユニット60aのリンク66aとユニット60bのリンク66bを結合する関節67bには、同関節の駆動機構となる電動機68bとエンコーダ69bと減速機70bと軸受機構71bが設けられており、関節67bの回転軸線上に、非接触給電を行う分離型トランス64a、64bが配置されている。分離型トランスの一次側64aはリンク66a側に固定されており、二次側64bはリンク66b側に固定されている。リンク66b、66cを結合する関節67cも同様の構造になっている。一般に、上記のような回転部に配置される分離型トランスには、ポットコア形状のコアを用いたもの（図示せず）などがある。後述するように電動機68b、68cを駆動する駆動制御装置63aは、リンク66bの上に配置されている。

【0100】次に動作について説明する。主制御回路82は、ロボット装置65が所定の動作を行うための電動機68a～68eの位置指令を生成し、電動機68aについては電動機駆動回路87aを介して直接制御を行い、電動機68b～68eについては、通信用インタフェース85aを介して副制御回路83a、83bに各電動機の位置指令を伝送するとともに、インタフェース回路89を介して外部周辺装置を管理する。副制御回路83aは通信用インタフェース85bを介して電動機68bと68cの位置指令を受信し、電動機駆動回路87b、87cを介して電動機68bと68cを制御する。

同様に副制御回路83bは電動機駆動回路87d、87eを介して電動機68d、68eを制御するとともに、ハンド駆動回路81を介してハンド装置80を駆動する。主制御回路82と副制御回路83a、83bの通信は、各通信用インタフェース回路85a～85cに接続されたシリアル伝送路を介して双方向に行われる。同シリアル伝送路には関節67b、67cの部分に、光学式あるいは電磁誘導式等の方式で非接触に信号伝送を行う通信用カプラ86a～86dが設けられ、これを用いて通信が行われる。

【0101】次に給電動作について説明する。ロボット装置65には商用電源72が接続され、該電源72からの電力は、ノイズフィルタ73を経て整流ダイオード74、平滑コンデンサ75aに入力されて整流平滑される。電動機駆動回路87a～87eの電源電圧が上記整流平滑出力電圧の場合には該出力電圧が直接利用され、電動機駆動回路87a～87eの電源電圧が上記整流平滑出力電圧と異なる場合には、図3に示すように、上記整流平滑出力電圧を電動機駆動回路87a～87eの電源電圧に変換するDC/DCコンバータ76、および平滑コンデンサ75bが利用される。ユニット60aに搭載された機器への給電は上記整流平滑出力から直接行われる。ユニット60bへの給電は、高周波駆動回路77aと、分離型トランス64a、64bと、高周波整流ダイオード78aとを介してユニット60aから非接触で行われる。高周波駆動回路77aが分離型トランスの一次側64aを高周波駆動すると、上記一次側64aと電磁結合した二次側64bに高周波交流電圧が誘起され、該誘起電圧を高周波整流ダイオード78aによって整流する。フィルタ回路79aは上記整流出力電圧に生じる高周波の電圧リップルを低減し、該フィルタ回路79aの出力は、ユニット60bに搭載された機器に給電される。ユニット60cへの給電についても、ユニット60bの場合と同様に高周波駆動回路77bと、分離型トランス64c、64dと、高周波整流ダイオード78bとを介して、ユニット60bから非接触で行われる。ここで、ユニット60a～60cへの上記給電電力は、直接には各ユニットに搭載された電動機駆動回路87a～87eに供給される電力で、主制御回路82および副制御回路83a、83bには、電源回路84a～84cを介して所定の電圧に変換して供給される。

【0102】なお、上述の説明では本発明の実施例として5軸マニピュレータ型のロボット装置を示し、3分割できるユニット構成として、各ユニットに1～2個の関節駆動機構を搭載し、各ユニットに内蔵された主または副制御回路によって1～2個の関節駆動機構を制御する構成としたが、本発明はロボット装置をマニピュレータ型ロボット装置に限定するものではなく、複数のリンクと該リンクを結合する関節を有し、該関節の駆動機構と制御装置を上記リンクの一部または全部に分散配置して

ユニット構成されたロボット装置であればよい。

【0103】実施例2. 図4は請求項2の発明の一実施例によるロボット装置のブロック図である。このロボット装置は、前述の実施例1のロボット装置における非接触給電部に、若干の変更を加えたものである。図4において、90a~90d、91a~91dは分離型トランスの一次側64aと二次側64bを駆動するスイッチ素子、92a~92d、93a~93dは各スイッチ素子90a~90d、91a~91dに逆並列接続されたダイオードである。その他の構成は実施例1と同様である。

【0104】次に動作について説明する。ここでは非接触給電部分の動作についてのみ説明する。まず、ユニット60a側からユニット60b側へ電力を伝送する場合は、ユニット60b側のスイッチ素子91a~91dをすべてターンオフさせ、ユニット60a側のスイッチ素子90a~90dを駆動する。スイッチ素子90a、90d、およびスイッチ素子90b、90cを対にして、逆位相で交互にターンオンとターンオフを繰り返すと、分離型トランスの一次側64aには交流電圧が印加され、一次側64aと電磁結合された二次側64bには一次側と同周波数の交流電圧が誘起される。上記誘起電圧はダイオード93a~93dとコンデンサ75cによって整流平滑されてユニット60bに給電される。

【0105】次に、ユニット60bに搭載された駆動機構からの回生電力や、図示しない他のユニットからの電力流入によりコンデンサ75cの電圧が上昇して、ユニット60bからユニット60a側への電力伝送が必要となった場合の動作について説明する。この場合は、ユニット60a側のスイッチ素子90a~90dをすべてター

ンオフさせ、ユニット60b側のスイッチ素子91a~91dを上記の場合と同様に、スイッチ素子91a、91d、およびスイッチ素子91b、91cを対にして駆動すればよい。

【0106】なお、図4に示した実施例では、分離型トランスの駆動回路をフルブリッジ構成としたが、本発明は駆動回路の構成をこれに限定するものではなく、中間電圧源とハーフブリッジを用いた構成でも、スイッチ素子を2個用いたプッシュプル構成でも、スイッチ素子を1個用いたシングルエンド構成でもよい。

【0107】実施例3. 図5は請求項3の発明の一実施例によるロボット装置の関節部分の構成図である。このロボット装置は、前述の実施例1のロボット装置における関節部分を若干変更したものである。図5において、94はサーキュラ・スプライン、95はフレックススプライン、96はウェーブジェネレータ、97はウェーブジェネレータ96に取り付けられた入力回転軸歯車、98は軸受機構71bに取り付けられた回転フランジ、99a、99bは各々分離型トランス64a、64bのコイル、100は分離型トランスの二次側64bを固定す

るためにリンク66bに設けられた固定部材、101a、101bはウェーブジェネレータ96および入力回転軸歯車97を回転支持する軸受機構である。サーキュラ・スプライン94、フレックススプライン95、ウェーブジェネレータ96によって構成される減速機70bは、周知のようにシルクハット型のハーモニックドライブ装置で、減速機70bの中心部分には、大口径の中空部分が設けられている。

【0108】非接触給電を行う分離型トランス64a、64bは上記減速機70bの中空部に、該減速機70bと回転軸が一致するように配置されており、該分離型トランスの一次側64aはリンク66aに、二次側64bは固定部材100によりリンク66bに取り付けられている。分離型トランス64a、64bは回転対称形状に構成されており、リンク66aと66bの位置に関係なくほぼ一定の電磁結合状態になる。コイル99a、99bは各々ユニット60aに搭載された高周波駆動回路77a（図5に図示せず）、60bに搭載された高周波整流ダイオード78a（図5に図示せず）に接続されている。また、分離型トランス64a、64bの中心部には通信用カプラ86a、86bが装着されている。関節67bは以上のように構成されているので、リンク66aと回転フランジ98の取り付けを行うだけで、ユニット60aとユニット60bの組立を行うことができ、配線等の結線が不要となる。その他の構成は実施例1と同様である。

【0109】次に動作について説明する。ウェーブジェネレータ96と入力回転軸歯車97は軸受機構101a、101bによって回転支持されており、図示しない電動機および動力伝達機構によって回転駆動されると、軸受機構71bによって回転支持された回転フランジ98が、フレックススプライン95によって駆動される。リンク66aとリンク66bは、各々回転フランジ98とサーキュラ・スプライン94に取り付けられており、入力回転軸歯車97を回転駆動することで関節67bが駆動される。

【0110】実施例4. 図6は請求項4の発明の一実施例によるロボット装置の分離型トランスの構成図である。このロボット装置は、前述の実施例1のロボット装置65の関節67bの部分に用いる非接触給電用の分離型トランス64a、64bを、図6に示すように構成したものである。図6において、102a、102bは各々分離型トランス64a、64bのコアである。分離型トランス64a、64bはポットコアのような回転対称な形状のコア102a、102bによって構成され、図示しない回転支持機構によって配置された関節67bの回転軸とほぼ同軸上で回転するように支持されている。ここでは、コア102a、102bの対向するコア断面の面積には差が設けられている。その他の構成は実施例1と同様である。

【0111】次に動作について説明する。図2、図5に示したように、分離型トランスの一次側64a、64bは別のリンク66a、66b側に取り付けられるため、関節67bの回転軸と全く同軸上でコア102a、102bが回転するためには、極めて高精度の部品精度や取付精度が必要となる。この点、本実施例では、コア102a、102bの対向するコア断面の面積には差が設けられており、コア102aの対向断面はコア102bの対向断面に含まれる。従って、分離型トランス64a、64bの回転軸と関節67bの回転軸に多少の差が生じても、上記対向コア断面の断面積差に含まれる範囲であれば、分離型トランス64a、64bの電磁結合状態は関節67の回動状態に関係なく一定となる。

【0112】なお、この実施例では、コア102aの対向断面はコア102bの対向断面に含まれる構成となっているが、この発明は上記実施例のように限定されるものではなく、対向するコア断面の面積に差が設けられていて、対向部において片側の断面が他方の断面に含まれるようになっていればよく、例えば図7に示すようなコア構成でもよい。同図において、コア102aは、外径がコア102bよりも大きい円板形状のコアで構成され、コイル99aはコア102a上の所定の位置に成形され固定されている。

【0113】実施例5. 図8は請求項5の発明の一実施例によるロボット装置のブロック図である。このロボット装置は、前述の実施例1のロボット装置におけるユニット60aを図8に示すように変更したものである。図8において、103はバッテリーや太陽電池あるいは車載用DC発電機等の外部直流電源、103aは外部直流電源の入力端子、104は外部直流電源103を入力電源とするDC/DCコンバータである。その他の構成は実施例1と同様である。

【0114】次に動作について説明する。商用電源72を電源としてロボット装置65を動作させる場合は、商用電源72から供給される電力が、ノイズフィルタ73を経て整流ダイオード74、平滑コンデンサ75aに入力され、整流平滑されて直流電力となり、電動機駆動回路87a~87eの電源電圧に変換するDC/DCコンバータ76および平滑コンデンサ75bを介して、ユニット60aに供給される。

【0115】一方、外部直流電源103を電源としてロボット装置65を動作させる場合は、DC/DCコンバータ104が外部直流電源103の電源電圧を検出し、該電圧を電動機駆動回路87a~87eの電源電圧に変換してコンデンサ75bへ供給する。

【0116】なお、上記実施例では商用電源72の整流平滑出力を電動機駆動回路87a~87eの電源電圧に変換するDC/DCコンバータ76と、外部直流電源103の電源電圧を電動機駆動回路87a~87eの電源電圧に変換するDC/DCコンバータ104を別回路と

したが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば外部直流電源103をコンデンサ75aに入力し、DC/DCコンバータ76によって電動機駆動回路87a~87eの電源電圧に変換してもよい。

【0117】実施例6. 図9は請求項6の発明の一実施例のロボット装置の構成を示すブロック図である。このロボット装置は、前述の実施例1のロボット装置におけるユニット60aを、図9に示すように変更したものである。図9において、105は商用電源72の異常を検出する電源異常検出回路（異常検出回路）、106はユニット60aに内蔵されたバッテリー（電力蓄積手段）、107はバッテリー106の充放電回路（電力変換手段）である。その他の構成は実施例1と同様である。

【0118】次に動作について説明する。通常は商用電源72を電源としてロボット装置65が動作し、商用電源72から供給される電力がノイズフィルタ73を経て整流ダイオード74、平滑コンデンサ75aに入力されて整流平滑されて直流電力となり、電動機駆動回路87a~87eの電源電圧に変換するDC/DCコンバータ76および平滑コンデンサ75bを介してユニット60aに供給され、充放電回路107はDC/DCコンバータ76の出力からバッテリー106を必要に応じて充電する。

【0119】一方、商用電源72に異常が発生した時は、電源異常検出回路105が、コンデンサ75aの両端電圧が通常運転中に所定の電圧値以下になったことを検出して、電源異常を示す異常検出信号を発生する。充放電回路107は、上記異常検出信号が発生すると、運転モードが充電動作から放電動作に切り替わり、バッテリー106よりコンデンサ75bに電力を供給する。

【0120】なお、上記実施例では、電力蓄積手段にバッテリーを用いたが、本発明は電力蓄積手段をこれに限定するものではなく、例えばフライホイール方式の電力蓄積装置でもよいし、超電導電力貯蔵装置のようなものでもよい。

【0121】実施例7. 図10は請求項7の発明の一実施例によるロボット装置の動作シーケンスの一部を示すフローチャートである。このロボット装置は、前述の実施例6のロボット装置に、電源異常時の対応機能を加えたものであり、ロボット装置の外面的な構成は実施例6と同様である。電源異常時の制御シーケンス（これは主制御回路等の制御手段に備わっている）のみ説明すると、まず、ステップST101で電源異常の検出の有無が判断され、異常が検出されるとステップST102に進んでロボット装置が作業中であるかどうかを判断する。作業中でない場合は、ステップST106にて直ちにロボット装置を予め設定された退避姿勢になるように動作させ、作業中の場合はステップST103に進んでハンド装置がワークを把持しているかどうかを判断す

る。ワークを把持していない場合はステップST105にて直ちに実行中の作業を中断し、実行した作業ステップを記憶退避させる。また、ワークを把持している場合は、ステップST104にてワークを予め設定された退避場所へ置き、次にステップST105にて実行中の作業を中断して実行した作業ステップを記憶退避させる。作業ステップの記憶退避が完了すると、ステップST106にてロボット装置を予め設定された退避姿勢になるように動作させ、ステップST107で不要な電力消費機器を停止して待機または停止する。ついで、ステップST108で電源が回復したかどうかを判断し、回復していない場合は、ステップST107に戻ってそのまま待機または停止状態を維持し、電源が回復している場合は、ステップST109に進んで先に記憶退避した作業ステップの情報を復元して作業に復帰し、ステップST101に戻る。

【0122】なお、上記実施例ではハンド装置を有するロボット装置としたが、本発明はロボット装置をこれに限定するものではなく、塗装やバリ取り等の他の作業を行うロボット装置でもよいのは言うまでもない。

【0123】実施例8. 図11は請求項8の発明の一実施例によるロボット装置のリンクの構成を示す図である。このロボット装置は、前述の実施例1のロボット装置65のユニット60bのリンク66bを図11に示すように構成したものである。図11において、108はリンク66bの上面に一体に成形された閉断面構造部である。該閉断面構造部108は、駆動制御装置63aが内部に装着され得るようにトンネル形に構成されている。この実施例の動作については先の実施例1と同様であるので説明を省略する。このリンク66bは閉断面構造部108を有しているので、リンク66bの剛性が高まる上、その内部に駆動制御装置63aを内蔵しているので、同駆動制御装置63aを保護する効果がある。

【0124】実施例9. 図12は請求項9の発明の一実施例によるロボット装置のリンクの構成を示す図である。このロボット装置は、前述の実施例1のロボット装置65のユニット60bのリンク66bを図12に示すように構成したものである。図12において、109はリンク66bに設けられ熱伝導流体が充填されて密閉された中空構造部、110a、110bは熱伝導流体の流路、111は内部に上記熱伝導流体の流路を有する放熱フィンであり、中空構造部109の内部に駆動制御装置63aが配置されている。

【0125】次に動作について説明する。駆動制御装置63aによって図示しない関節駆動機構を動作させると、駆動制御装置63a自体の損失により発熱が生じる。生じた熱は中空構造部109の内部に充填された熱伝導流体に伝達されるが、中空構造部109と流路110a、110bと内部に流路を有する放熱フィン111は上記熱伝導流体の循環流路を形成しているため、中空

構造部109にある熱伝導流体と放熱フィン111にある熱伝導流体に温度差があると、図12中の矢印AおよびBで示したような熱伝導流体の対流が生じる。この結果、駆動制御装置63aで生じた熱は放熱フィン111より大気中に効率よく放出される。

【0126】実施例10. 図13は請求項10の発明の一実施例によるロボット装置のに対応したロボット装置は、リンクの構成を示す図である。このロボット装置は、前述の実施例1のロボット装置65のユニット60bのリンク66bを図13に示すように構成したものである。図13において、112はリンク66b上に設けられた電気絶縁層である。リンク66bは例えばアルミ材のような熱良伝導性材料で形成されており、該リンク66bに設けられた電気絶縁層112上に、駆動制御装置63aの電気部品および配線部材が実装されている。また、駆動制御装置63aが配置された付近のリンク66bには放熱フィン111が設けられている。

【0127】次に動作について説明する。リンク66bに形成した電気絶縁層112上に駆動制御装置63aの電気部品および配線部材が配置されており、駆動制御装置63aが配置された付近のリンク66bには放熱フィン111が設けられているので、駆動制御装置63a自体の損失により生じた熱は、電気絶縁層112、放熱フィン111を通して効率的に放出される。

【0128】実施例11. 図14は請求項11の発明の一実施例によるロボット装置の関節部分の構成図である。このロボット装置は、前述の実施例1のロボット装置65の関節67bの駆動機構を図14に示すように構成したものである。図14において、113はリンク66b側に配置された電動機の固定子、114はリンク66a側に配置された電動機の回転子、115は回転子114に所定の着磁処理を施されて配置された永久磁石、116は回転子114の磁路となるロータカップ、117a、117bはリンク66aを軸受機構71bに取り付けるボルトである。

【0129】次に動作について説明する。リンク66aをボルト117a、117bおよび図示しないボルトによって軸受機構71bに取り付けると、リンク66bに設けられた固定子113とリンク66aに設けられた回転子114が図14に示す如く所定の位置に組み合わせられる。この関節の駆動機構は減速機を用いず電動機で直接駆動するもので、周知のダイレクトドライブ機構である。この実施例では、固定子113の巻線仕様か、または永久磁石115の厚み、あるいは固定子113および永久磁石115の長さの異なるユニットを組み合わせることで、関節67bを駆動する電動機の容量を自由に設定できる。

【0130】実施例12. 図15は請求項12の発明の一実施例によるロボット装置の一部の構成を示す図である。このロボット装置は、前述の実施例1のロボット装

10

20

30

40

50

置65のユニット60a~60cの構造を図15に示すように構成したものであり、図15は関節67bと67cの部分を主に示している。同図において、118aはユニット60aの外表面と回転子114aの外表面に設けられた一体の構造物、118bはユニット60bの外表面と固定子113aおよび回転子114bの外表面に設けられた一体の構造物、118cはユニット60cの外表面と固定子113bの外表面に設けられた一体の構造物である。

【0131】次に動作について説明する。ユニット単体、例えばユニット60bを例に説明すると、ユニット60bの外表面と固定子113aおよび回転子114bの外表面は、例えば樹脂モールド等の処理によって一体の構造物で覆われており、ユニット60bに搭載される機器はユニット外部の環境と完全に隔離される。ユニット60aとユニット60bの取り付けは、関節67bの軸受機構71bに互いのユニット60a、60bをボルト117a~117dおよび図示しないボルトによって取り付けることで行われる。ユニット60bとユニット60cの取り付けも同様に行われ、関節67cの軸受機構71cに互いのユニット60b、60cをボルト117e~117hおよび図示しないボルトによって取り付ける。このため、上記ユニットを組み合わせる構成される図示しないロボット装置においては、該ロボット装置の内部機器が該ロボット装置の作業環境と完全に隔離される。

【0132】なお、上記実施例では、関節を駆動する電動機の固定子および回転子とユニットの外表面を一体の構造物で被覆したが、本発明はこのような構成に限定されるものではなく、外表面のみならず内部構造物のすべてを樹脂等によりモールドしてもよいし、ロボット装置の内部機器が該ロボットの作業環境と隔離できれば、ロボット装置の構造部材が露出していてもよい。

【0133】実施例13. 図16は請求項13の発明の一実施例によるロボット装置の電動機の構成を示す図である。このロボット装置では、関節の駆動機構として減速機が用いられずに電動機が直接用いられている。図16では電動機の磁気回路のみが示されており、(a)は電動機回転軸を含む縦断面図、(b)は回転軸に垂直な横断面図である。図において、121は回転子鉄心、122は電機子鉄心、123は回転子鉄心121に接続され回転自在に支持された回転軸、124a~124hは電機子鉄心122に巻かれた電機子コイル(伝送手段)、125a~125fは回転子鉄心121に巻かれた回転子コイル(伝送手段)である。

【0134】次に動作について説明する。本実施例では、電動機の方式として可変リラクタンス電動機(あるいはスイッチドリラクタンス電動機とも呼ばれる)を用いており、その動作についてまず説明する。いま図16(b)の状態では、電機子コイル124aと124eに

励磁電流が流され、これにより矢印で示した磁気回路が発生し、回転子鉄心121は図の位置で安定している。次に電機子コイル124a、124eに流す励磁電流を減らしながら、電機子コイル124d、124hに励磁電流を流すと、回転子鉄心121と電機子鉄心122の間に働く電磁吸引力により、回転子鉄心121は図において時計回りに回転する。このように励磁電流を流す電機子コイルを順次切り替えていけば、それに同期して回転子鉄心121およびそれに接続された回転子軸123が回転する。

【0135】一方、励磁電流が変化して回転子鉄心121上の磁気回路を流れる磁束の大きさが変化すると、その磁気回路に鎖交する回転子コイルに誘導電流が流れる。たとえば、図16(b)に示した状態の磁気回路の磁束が変化すると、回転子コイル125a、125dのコイルに誘導電流が発生する。

【0136】この誘導電流をとりだして整流すれば、回転子軸123上で電源を得ることができ、電動機内部で非接触の電力給電を行うことができる。また、上記誘導電流に伝達したい信号成分が重畳されるように電機子コイルに励磁電流を流せば、電動機内部で非接触の信号伝達を行うことができる。

【0137】なお、この実施例では、電動機として誘導歯のない可変リラクタンス電動機を用いているが、誘導歯がある可変リラクタンス電動機(VR型ステッピング電動機、VR型ダイレクトドライブ電動機など)にも用いることができるのは言うまでもない。また、これらの可変リラクタンス電動機に永久磁石によりバイアス磁界を加えた電動機(HB型ステッピング電動機、HB型ダイレクトドライブ電動機など)にも同様に用いることができることも明らかである。

【0138】実施例14. 図17は請求項14の発明の一実施例によるロボット装置の関節構造の構成を示す断面図である。図において、133は電動機からの駆動入力軸、134はウオームギヤ減速機、135はウオーム、136は中空のウオームホイール、138は中空の駆動リンク側コア、139は中空の被駆動リンク側コア、140は駆動リンク側光送受信装置、141は被駆動リンク側光送受信装置である。ここでは、ウオームホイール136は主軸受内輪19と固定され、被駆動リンク17も主軸受内輪19と固定されている。また、駆動リンク側コア138及び駆動リンク側光送受信装置140は駆動リンク16に固定されており、被駆動リンク側コア139及び被駆動リンク側光送受信装置141は被駆動リンク17に固定されている。また、駆動リンク側コア138と被駆動リンク側コア139はあるギャップを隔てて対向しており、非接触で電力伝送を行う高周波トランスを構成している。ここではウオームホイール136から被駆動リンク17までの回転関節軸18中心が中空構造とされ、この中空部分に電力を非接触伝送する

10

20

30

40

50

高周波トランスを構成するコアおよび信号伝送用の光送受信装置が設けられている。

【0139】次に動作について説明する。駆動リンク16に固定された電動機（図示しない）の出力は駆動入力軸133に固定されたウォーム135を回転させ、ウォームホイール136に減速された出力が現れる。このウォームホイール136は主軸受内輪19と固定され、被駆動リンク17も主軸受内輪19と固定されているから、被駆動リンク17は回転関節軸18回りを回転する。また、信号は駆動リンク側光送受信装置140と被駆動リンク側光送受信装置141との間で非接触伝送される。このように、電力供給ケーブル、信号伝送ケーブルなどが駆動リンク側と被駆動リンク側の間に無いため、たとえば被駆動リンク固定ボルト30を取り外すことにより、簡単に駆動リンク側と被駆動リンク側を分離することができる。

【0140】実施例15。図18は請求項15の発明の一実施例によるロボット装置の関節構造の構成を示す断面図である。この実施例では、ウォームホイール136が主軸受外輪20に固定され、被駆動リンク17も主軸受外輪20に固定されている。それ以外は実施例14と同じである。

【0141】次に動作について説明する。この実施例のロボットにおける関節構造では、ウォームホイール136が主軸受外輪20と固定され、被駆動リンク17が主軸受外輪20と固定されている以外、実施例14と同じ構成であるから、実施例14と同じ動作をする。よって、電力供給ケーブル、信号伝送ケーブルなどが駆動リンク側と被駆動リンク側の間に無いため、たとえば被駆動リンク固定ボルト30を取り外すことにより、簡単に駆動リンク側と被駆動リンク側を分離することができる。

【0142】実施例16。図19は請求項16の発明の一実施例によるロボット装置の関節構造の構成を示す断面図である。図において、137はコア138、139を固定する中空円筒部、142は防塵、防油用のシールである。その他の構成は図17に示す実施例14と同じである。

【0143】次に動作について説明する。駆動リンク16に固定された駆動リンク側コア138と被駆動リンク17に固定されたウォームホイール136の間に防塵、防油用のシール142を設けたため、ウォームギヤ減速機134のウォーム135とウォームホイール136との間のグリースや駆動リンク16内で発生する塵などの影響から、駆動リンク側コア138、被駆動リンク側コア139、駆動リンク側光送受信装置140、被駆動リンク側光送受信装置141を保護することができる。

【0144】実施例17。駆動リンク16に固定された中空円筒部137と被駆動リンク17に固定されたウォームホイール136の間に防塵、防油用のシールを設け

た場合も実施例16と同様の効果を奏する。

【0145】実施例18。図20は請求項17の発明の一実施例によるロボット装置の関節構造の構成を示す断面図である。図において、143は防塵、防油用のシールである。その他の構成は図18に示す実施例15と同様である。

【0146】次に動作について説明する。主軸受内輪19と主軸受外輪20との間の被駆動リンク17側の部分に防塵、防油用のシール143を設けたため、主軸受のグリースなどの影響から、駆動リンク側コア138、被駆動リンク側コア139、駆動リンク側光送受信装置140、被駆動リンク側光送受信装置141を保護することができる。

【0147】実施例19。被駆動リンク17に固定された中空コア139と、主軸受内輪19との間に防塵、防油用のシールを設けた場合も実施例18と同様の効果を奏する。

【0148】実施例20。図21は請求項18の発明の一実施例によるロボット装置の関節部分の構成を示す図で、図において、33は関節を駆動する電動機、34は電動機33の回転位置を検出するエンコーダ、35は電動機軸、36は減速機で入力側が電動機軸35に、出力側が軸受内輪40に結合されている。37は軸受外輪、38は減速機36を格納し軸受外輪37が取り付けられるハウジング、39は電動機33をハウジング38に取り付けるためのブラケットであり、以上の電動機33、減速機36、軸受37、40、ハウジング38を主要な構成として、関節ユニット38Aが構成されている。また、ハウジング38は上位リンク47と、軸受内輪40は下位リンク48とそれぞれ結合されている。

【0149】次に動作について説明する。まず、関節に対して所定の回転動作を行わせるために、関節を駆動する電動機33に駆動電流が供給され、エンコーダ34で検出された電動機軸35の回転位置に応じて電動機33の駆動電流が外部回路によって制御される。電動機軸35が回転すると、電動機33のトルクは減速機36および軸受内輪40を介して下位リンク48に伝達され、上位リンク47に対して下位リンク48は回転動作を行う。このとき、関節に対して並列に配置された2個の電動機33は全く同じ動作を行うので、並列に結合された関節ユニット38Aは1個の関節ユニットのように動作する。

【0150】実施例21。図22は請求項18の発明の別の実施例によるロボット装置の関節ユニット38Bのみを示す図で、図において、33は関節を駆動する電動機、34は電動機33の回転位置を検出するエンコーダ、35は電動機軸、36は減速機で入力側が電動機軸35に、出力側が軸受内輪40に結合されている。37は軸受外輪、38は減速機36を格納し軸受外輪37が取り付けられるハウジング、39は電動機33をハウジ

ング38に取り付けるためのブラケット、41は関節ユニット38Bを上位リンクと接続するための取付板A、42は関節ユニット38Bを下位リンクと接続するための取付板Bである。43は上位リンク側と下位リンク側とを電氣的に接続する配線Aで、上位リンクとはコネクタA45、下位リンクとはコネクタB46を介してそれぞれ接続され、44は上位リンク側と電動機33やエンコーダ34とを電氣的に接続する配線Bである。以上の電動機33、減速機36、軸受37、40、ハウジング38、取付板A41、取付板B42、および配線A43、配線B44を主要な構成として、関節ユニット38Bが構成されている。

【0151】図23は図22に示した関節ユニット38Bを使用したロボット装置の関節部分を示す図で、上位リンク47の端部と下位リンク48の端部を2個の関節ユニット38Bで挟み込むように並列に配置し、配線A43を、上位リンク47とはコネクタA45を介して、下位リンク48とはコネクタB46を介してそれぞれ結合することにより、関節部を構成している。

【0152】次に動作について説明する。まず、関節に対して所定の回転動作を行わせるために、関節を駆動する電動機33に駆動電流が供給され、エンコーダ34で検出された電動機軸35の回転位置に応じて電動機の駆動電流が外部回路によって制御される。電動機軸35が回転すると、電動機33のトルクは減速機36、軸受内輪40および取付板B46を介して下位リンク48に伝達され、上位リンク47に対して下位リンク48は回転動作を行う。このとき、関節に対して並列に配置された2個の電動機33は全く同じ動作を行うので、並列に結合された関節ユニット38Bは1個の関節ユニットのように動作する。

【0153】実施例22. 図24、図25は請求項19の発明の一実施例によるロボット装置の構成を示す図である。図において、151は長さ、トルク等それぞれ異なった種類のユニット群、152は動作パターンに最適なユニット構成を求める処理部、153は求められたユニット構成に従ってユニットを組み立てていくユニット交換手段としての組み立てロボット、154は選択されたユニットによって構成され、動作パターンに従い作業を行うロボットベース部分、そして155は動作パターンに沿って移動されるワークである。

【0154】次に動作について説明する。いま図25に示す動作パターンcが与えられたとする。これは、点Aにあるワーク155を点Bまで直線cに沿って移動させるというものである。この動作を行わせるために、処理部152において、ユニット群151から最適なユニット構成を選択し、組み立てロボット153によってベース154にそれらを取り付けていき、ロボット装置を構成する。

【0155】その場合の動作を述べる。なお、各ユニ

ットはその関節接合部分では組み立て性を考慮して非接触の給電方式で接続されるものとする。

【0156】まず、ワーク155を掴むためのハンドが先端に必要となり、ワーク155の形状や硬さなどの特徴から適当なハンドが選択される。次にユニット構成であるが、まず各ユニットの接続が非接触給電であるため給電効率を考慮すると、接続箇所はできるだけ少ない方が好ましい。また、各関節に係る負荷を考えると、移動に対して余分なユニットの長さ成分は極力小さく抑えたい。これらをまとめると、ユニットの選択基準は次のようにまとめられる。

【0157】(1) ワーク155を掴めるハンド、

(2) ユニット数はできるだけ少なく、(3) ベース154からの距離が最も遠くなる点Aにおける作業が可能な組み合わせで、全長としてできるだけ短く。

【0158】これらの基準によって図24に示すユニット群151から選択されたユニット構成を図26に示す。

【0159】本実施例では、上記(1)から(3)の選定条件によってユニット構成を選択したが、この他に、例えば各ユニット毎に構成部品またはユニット自体の消耗度合いや寿命に関する情報を記憶表示できる手段を設けておき、それらをユニット構成の評価関数として使用しても何等差し支えない。

【0160】また、各ユニットの制御部分である、サブコントローラにそれぞれの長さや重さ、トルクなどのメカ情報を記憶させておきそれらをユニット構成の評価関数として使用しても何等差し支えない。

【0161】実施例23. 図27(a)、(b)は請求項20の発明の一実施例によるロボット装置の構成を示す図である。図において、156は実際の作業を行う作業ロボット、157は作業ロボット156が作業を行う作業場所、158はユニット群151から作業パターンに応じた構成を選択し、作業ロボット156のユニット構成を組み替える組み立てロボット153を備えた組み立て場所で、180は作業場所157と交換場所158との間に配設された軌条で、この上を作業ロボット156が移動できるようになっている。

【0162】次に動作について説明する。作業ロボット156は作業場所157においてある動作パターン

(ア)に沿った作業を行っている。いまその作業を終了し、次の別の動作パターン(イ)に沿った作業を開始しようとする。

【0163】この時、動作パターン(イ)は動作パターン(ア)とは明らかに異なる作業であり、適したユニット構成も異なったものになることが容易に予想される。ここで、作業ロボット156は、動作パターン(イ)に適したユニット構成に変更するため、あらかじめ場所157と場所158との間に設置された軌条180に沿って場所158に移動する。

【0164】場所158には、複数のユニットを備えたユニット群151と、それらから作業に適したユニット構成を算出する処理部152と、得られた構成に基づいて作業ロボット156を再構成する組み立てロボット153が備えられている。ここで、動作パターン（イ）に対してある条件において最適なユニット構成が算出され、その結果に基づいて組み立てロボット153は作業ロボット156を再構成する。

【0165】新たに再構成された作業ロボット156は、再び軌条180に沿って作業場所157に移動し、新たな動作パターン（イ）に沿った作業を開始する。そしてまた別の作業に移る際には、上記の動作を繰り返すことによって、常に動作に最適なユニット構成によって作業を行うことができる。

【0166】本実施例において、作業ロボット156の場所157から場所158への移動は、その手段を何等限定するものではなく、作業ロボット156に軌条によらない自走手段を設けても一切差し支えない。

【0167】本実施例では、再構成の際、作業ロボット156が場所間を移動したが、作業環境によっては、組み立てロボット153が自走手段や軌条に沿って場所間を移動し、ユニットの再構成を行っても何等差し支えるものではない。

【0168】実施例24. 図28は請求項21の発明の一実施例によるロボット装置の構成を示す図である。図において、159はメインプロセッサ（制御手段）、160はサブプロセッサ、そして161は電源スイッチである。

【0169】図28に示すロボット装置は、各ユニットに位置指令を送るメインプロセッサ159と、メインプロセッサ159からの指令をもとに各ユニットを制御するサブプロセッサ160a～c（記憶手段・検知手段）によって構成されている。メインプロセッサ159が外部からの電源を受け、各サブプロセッサ160a～cには、順次給電機構を通して給電される。

【0170】このような構造の場合、メインプロセッサ159は各サブプロセッサ160a～cとの情報のやり取りにおいて、それぞれのサブプロセッサ160a～cを区別して認識する必要がある。それは、ロボットとして駆動される前、つまり電源が立ち上がる前か、あるいは立ち上がった瞬間には認識されていなければならない。

【0171】本実施例では、電源を立ち上げる際、まず給電回路におけるスイッチ161aをONの状態とし、サブプロセッサ160aを起動させる。ここで、サブプロセッサ160aがまず認識される。そして、認識が完了され次第スイッチ161bをONの状態にする。すると今度はサブプロセッサ160bが起動され、認識される。同様な動作によって次にサブプロセッサ160cも認識され、全体として電源の立ち上げ時に自動的にすべ

てのサブプロセッサ160のIDの認識ができたことになる。

【0172】実施例25. 図29は請求項21の発明の別の実施例によるロボット装置の構成を示す図である。図において、162は給電手段、そして163は検知器である。

【0173】図29に示すロボット装置は、各ユニットに位置指令を送るメインプロセッサ159と、メインプロセッサ159からの指令をもとに各ユニットを制御するサブプロセッサ160によって構成されている。メインプロセッサ159が外部からの電源を受け、各サブプロセッサ160には、順次給電機構162を通して給電される。本実施例では、この給電の際の給電効率を積極的に利用するものである。

【0174】各ユニットに、給電されてきた電力値の絶対量を測定できる検知機163を設ける。使用する給電部の給電効率を α とすると、メインプロセッサ159における電力量 P_0 に対して、メインプロセッサ側から数えて n 番目のサブプロセッサ160での電力量 P_n は、 $P_n = n \alpha P_0$ で表すことができる。つまり、この P_n の値を知ればそのサブプロセッサ160の位置を知ることができ、それによってIDを設定することができる。

【0175】実施例26. 図30、図31は請求項22の発明の一実施例によるロボット装置の動作内容を説明するための図である。図において、横軸は時間（sec）、縦軸は速度（rad/sec）を表し、各関節の時間による速度変化を示している。なお、それぞれグラフは上から順に第一軸、第二軸、第三軸のグラフである。このロボット装置は、任意の点からある目標点までの移動に際し、到達時間や精度は保ちつつ、全体としての電力消費が小さくなる各関節の動作パターンを自動生成する制御手段を備えている。

【0176】次に動作について説明する。このロボット装置では、ある位置より任意の位置に向けての移動を行う際、まず各軸毎の移動量に対する最短時間移動パターンを計算する。これは各軸の駆動用電動機の実力値を無駄なく発揮したものであり、図30がこの動作パターンの一例である。この場合、動き始めから例えば図30における第一軸の加速終了時間までは、全軸が同時に目一杯の加速を行っており、全体として消費する電力が非常に大きな領域となる。

【0177】本実施例では、各軸の動作パターンはそのままで、各軸の動き始めから停止するまでの時間のちょうど半分の時間を各軸揃える。これによって、加減速動作パターン形状は再計算することなく、全体としての電力消費の時間変位をある程度平均化することができる。本実施例における動作パターンを図31に示す。

【0178】本実施例の場合、第二軸が最も移動時間を要するため、第一軸と第三軸の動作パターンを時間軸上で移動させることになる。具体的には、第二軸の移動時

間の中点 $t_2/2$ に第一軸の $t_1/2$ と第三軸の $t_3/2$ を合わせる形となる。こうすると、まず第一軸のみが加速され（領域 a）、加速が終了し第一軸のみの等速運動になる（領域 b）。そして第三軸が加速し（領域 c）途中から第一軸との二軸同時加速となる（領域 d）。その後第一軸のみの加速となり（領域 e）、最後は全軸が等速の状態になる（領域 f）。減速時はこれとまったく順序が反対となる。この動作パターンであれば、全体としての移動時間や精度は劣化せずに、各電動機の実力を無駄なく使った上で、全体の消費電力変位を平均化することができる。

【0179】実施例 27. 図 32 は請求項 23 の発明の一実施例によるロボット装置のトルク・時間の変化を表す図である。図において、横軸は時間、縦軸はある軸に対するトルクの大きさを表す。このロボット装置を構成する各ユニットは、通電時間や実効トルクなどの動作履歴を記憶する記憶手段と、構成する機構部品の消耗度合いを検知する検知手段とを備えている。

【0180】次に動作について説明する。前記した実施例 22（請求項 19）に係るロボット装置では、複数のユニット群 151の中から、作業・動作パターンに最適なユニット構成を選択し、ロボットを構成している。そこで、本実施例では、ユニットを選択する評価関数として、各ユニットの動作履歴を用いている。全体の構成は実施例 22 と同様であるので、説明は省略する。

【0181】サブプロセッサ 160 は、メインプロセッサ 159 からの位置指令を受け、関節駆動制御を行う。その際、動作パターンや刻々変化するロボット装置の姿勢によって、各関節にかかる負荷は変化しそれに応じてトルクも変化する。そのためユニット毎の使用度や消耗度を計るためには、単なる通電時間を記録するだけでは不十分であることが分かる。

【0182】そこで本実施例では、サブプロセッサ 160 にトルク時間積を計算記憶させる手段を設け、それを各ユニットの履歴としてユニット選択の評価関数として用いている。

【0183】具体的には、時間 t の間のトルク履歴を Δt によって細分化し、 Δt 毎のトルク面積を近似計算する。そしてそれらの総和をもって、時間 t に対するトルク時間積としてサブプロセッサ 160 上に記憶させる。

【0184】このように、ユニットが動作を行う毎にトルク時間積を計算し、累積していくことにより、ユニットのトータルのトルク時間積を得ることができる。サブプロセッサ 160 は常にこの累積トルク時間積を監視し、請求項 19 の発明に係るユニットの最適構成を考える上での評価関数として最適構成計算部 152 に情報を送ったり、またユーザがトルク時間積としてのユニットの寿命を定めておき、動作中において累積トルク時間積がその限界値に近づくか、あるいは越えた場合に警告を発するようにして、動作精度の向上をはかるとともに、

安全性を確保する。

【0185】本実施例においては、動作履歴としてトルク時間積を用いたが、これは例えば実効トルクであっても何等差し支えない。また、寿命を検出する手段として、例えば DC 電動機における整流子や減速機などの機械構成部品の消耗度合いを調べる手段を設け、そこからの情報によって判断しても何等差し支えない。

【0186】実施例 28. 図 33 は請求項 24 の発明の一実施例によるロボット装置の構成を示す図である。図 33 において、図 49 に示した従来例と同一要素には同一符号を付して説明を省略する。この実施例ではサブコントローラが 3 個の場合について記述しているが、複数個あればいくつでもよい。図 34 はこの実施例のロボット装置におけるサブコントローラの動作を示すフローチャートである。図 35 はシリアルネットワーク型通信路の構成図である。図 35 において、166 は主コントローラのデータ送信ドライバー、167 は主コントローラのデータ受信レシーバー、168 はサブコントローラのデータ送信ドライバー、169 はサブコントローラのデータ受信レシーバー、R は終端抵抗である。このロボット装置は、すべてのサブコントローラが指令値の受信を完了したことを検出した時点で、それらの指令値を有効とする機能を備えている。

【0187】次に動作について説明する。図 33 において、まず、従来のものと同様に主コントローラ 51 は、特定の時点でアクチュエータ 54a ~ 54c が同時にとるべき位置指令値を計算し、シリアルネットワーク通信路 55 から各サブコントローラ 52 に送信する。このとき、本実施例では、従来とは異なり、あるサブコントローラに対して送信しているデータは、他のサブコントローラでも同時に受信される。

【0188】図 34 のフローチャートに示すように、まず、ステップ ST201 でサブコントローラ 52 が送信データを受信すると、ステップ ST202 で自己への指令値が受信データの中に含まれているかどうかをチェックする。自己への指令値が含まれている場合、ステップ ST203 に進んで、その指令値を仮の指令値として保存する。次にステップ ST204 で受信データにはどのサブコントローラへの指令値が含まれているか記録する。そして、ステップ ST205 ですべてのサブコントローラへの指令値が送信されたかどうかをチェックする。すべてのコントローラへの送信が完了していることが検出された場合、ステップ ST206 で仮の指令値として保存しておいた指令値を、正規の指令値として有効とし、ステップ ST207 でその指令値でサーボ制御を開始する。ステップ ST205 ですべてのコントローラへの送信が完了していることが検出されない場合は、ステップ ST201 に戻って再び送信データが送られてくるのを待つ。

【0189】図 35 は、シリアルネットワーク通信路の

構成図の一例である。ネットワークはこの場合はRS485規格のものであり、送信と受信は同一の通信線を利用する。図において、主コントローラの送信するデータはデータ送信ドライバ166を経由して、シリアルネットワーク型通信路5に入る。この送信データはサブコントローラ用データ受信レシーバ169を経由してすべてのサブコントローラに受信される。また、参考までにサブコントローラから主コントローラにデータを送信する必要がある場合は、サブコントローラ用データ送信ドライバ168を経由して、シリアルネットワーク型通信路55に入り、主コントローラ用データ受信レシーバ167を経由して主コントローラに受信される。

【0190】以上のように、実施例28によればすべてのサブコントローラが指令値の受信を完了した時点で、各々のサブコントローラは主コントローラから送られた指令値を同時に有効とすることができる。

【0191】実施例29。上記実施例28では、シリアルネットワーク型通信路としてRS485規格のものを示したが、図36に示すように、主コントローラから見て送信と受信を独立した通信線を用いることもできる。図において、170および171はオアゲートである。主コントローラからの送信データは、各サブコントローラに同時に送られる。また、サブコントローラ52a～52cからのデータはオアゲート170または171を経由して主コントローラへ送信させることもできる。

【0192】実施例30。上記実施例29では、シリアルネットワーク型通信路として電氣的に直接接続されているものを用いたが、図37に示すように、途中に非接触な接続手段を設けてもよい。図において、172が非接触接続手段である。例えば、光学式、磁気式、電波式等いずれでもよい。

【0193】実施例31。図38は請求項25の発明の一実施例のロボット装置における通信タイミングの一例を示す説明図である。この実施例では、サブコントローラが3個の場合について記述しているが、複数個あってもよい。主コントローラ51が指令値生成を完了した後、時刻t2にサブコントローラ52aに対する指令値を送信する。サブコントローラ52aはデータ受信後、自らに対する指令値が送信されたことを記録すると共に、その指令値を仮の指令値として保存する。また、この送信データは他のすべてのサブコントローラでも受信され、サブコントローラ2aへの指令値が送信されたことを記録する。

【0194】次に、時刻t4に主コントローラ51はサブコントローラ52bに対する指令値を送信する。サブコントローラ52bは自らに対する指令値が送信されたことを記録すると共に、その指令値を仮の指令値として保存する。また同様にこの送信データは他のすべてのサブコントローラでも受信され、サブコントローラ52bへの指令値が送信されたことを記録する。

【0195】さらに時刻t6からt7にかけてサブコントローラ2cに対する指令値が送信される。サブコントローラ5-2-cは自らに対する指令値が送信されたことを記録すると共に、その指令値を仮の指令値として保存する。また、この送信データは他のすべてのサブコントローラでも受信され、サブコントローラ52cへの指令値が送信されたことを記録する。そして各サブコントローラはこの時点で、すべてのサブコントローラに対して指令値が送信されたことを検出するので、予め送られて仮の指令値として保存しておいた指令値を正規の指令値として有効とし、その指令値に基づいてサーボ制御を行う。

【0196】図39は主コントローラからの送信データフォーマット例である。173aはどのサブコントローラに対する指令値かを示すアドレスであり、173bが指令値である。各サブコントローラはこのデータを受信後解析することにより、どのサブコントローラに対する指令値であるか判断でき、自己への指令値である場合その指令値を仮の指令値として保存することができる。

【0197】以上のように、実施例31によれば、主コントローラから送られてきた指令値をすべてのサブコントローラで同時に有効とすることができる。

【0198】実施例32。図40は請求項26の発明の一実施例のロボット装置における通信タイミングの一例を示す説明図である。主コントローラ51が指令値生成を完了した後、すべてのサブコントローラに対する指令値を含んだ一つのデータを生成し、それを時刻t2からt3にかけて送信する。各サブコントローラはそのデータを受信し、まず、自らに対する指令値を仮の指令値として保存し、他のすべてのサブコントローラに対する指令値が含まれているかチェックする。すべての指令値が含まれている場合、仮の指令値を正規の指令値として有効としその指令値に基づいてサーボ制御を行う。

【0199】図41は主コントローラからの送信データフォーマット例である。174aは次の174bがどのサブコントローラに対する指令値であるかを示すアドレスであり、174bが前述したように指令値である。同様に、174dおよび16fは指令値であり、174cおよび174eはそれぞれ174dおよび174fがどのサブコントローラに対しての指令値であるかを示すアドレスである。すなわち、このデータにはすべてのサブコントローラに対する指令値が含まれていることがわかる。各サブコントローラはこのデータを受信後解析することにより、自己への指令値を保存するとともに、他のすべてのサブコントローラに対する指令値も含まれているかチェックすることができる。

【0200】以上のように、実施例32によれば、主コントローラから送られてきた指令値を、時刻t3においてすべてのサブコントローラで同時に有効とすることができる。

【0201】実施例33. 図42は請求項27の発明の一実施例のロボット装置における通信タイミングの一例を示す説明図である。この実施例では、サブコントローラが3個の場合について記述しているが、複数個あればいくらでもよい。図43はサブコントローラの動作を示すフローチャートである。主コントローラ51が指令値生成を完了した後、時刻 t_2 から t_7 にかけて各サブコントローラ52に対して指令値を順に送信する。各サブコントローラは、自らに対する指令値を受信したらそれを仮の指令値として保存する（ステップST301～ステップST303）。このとき、他のサブコントローラに対する指令値は無視して良い。主コントローラは各サブコントローラへの指令値の送信を完了した後、時刻 t_8 から t_9 にかけてすべてのサブコントローラを対象として同期コマンドを送信する。同期コマンドは予め定められたパターンを持ち、すべてのサブコントローラが受信する。各サブコントローラはこのコマンドを受信後直ちに、予め保存しておいた仮の指令値を正規の指令値として有効とし、その指令値に基づいてサーボ制御を行う（ステップST304～ステップST306）。

【0202】以上のように、実施例33によれば、主コントローラから送られてきた指令値をすべてのサブコントローラで同時に有効とすることができる。

【0203】実施例34. 実施例33では、主コントローラは各サブコントローラに対して、順に指令値を送信したが、実施例32のように、すべてのサブコントローラに対する指令値を含んだ一つのコマンドを送信し、その後同期コマンドを送信するようにしてもよい。

【0204】実施例35. 図44は請求項28の発明の一実施例のロボット装置における動作タイミングを示す説明図である。この実施例ではサブコントローラが3個の場合について記述しているが、複数個あればいくらでもよい。主コントローラ51が指令値生成を完了した後、まず時刻 t_2 から t_3 にかけてサブコントローラ52aに対する指令値を送信する。サブコントローラ52aはこのデータ受信後、予め定められた時間 ΔT_a 経過した後にこの指令値を有効にする。次に、サブコントローラ52bに対して時刻 t_4 から t_5 にかけて指令値を送信する。サブコントローラ52bはこのデータ受信後、予め定められた時間 ΔT_b 経過した後に有効にする。同様にサブコントローラ2cは指令値受信後、予め定められた時間 ΔT_c 経過した後に有効にする。

【0205】今、時刻 t_3 から ΔT_a 経過した時刻と、時刻 t_5 から ΔT_b 経過した時刻と、時刻 t_7 から ΔT_c 経過した時刻を同一時刻 t_8 になるように、送信時間を考慮して定めておくと、3つのサブコントローラに対する指令値を時刻 t_8 において同時に有効とすることができる。

【0206】以上のように実施例35によれば、主コントローラから送られてきた指令値をすべてのサブコント

ローラが同一時刻において有効とすることができる。

【0207】実施例36. 実施例35では、最後に指令値を送信されるサブコントローラ2cもデータ受信後予め定められた時間 ΔT_c 経過後にその指令値を有効にするようにしたが、最後に指令値を受け取るサブコントローラは受信後直ちに有効とし、他のサブコントローラが自己の指令値を有効とする時刻をこの最後のサブコントローラが受信を完了する時刻に一致させておくことにより、主コントローラが指令値生成完了後、より短時間で指令値を有効とすることもできる。

【0208】

【発明の効果】請求項1の発明によれば、ロボット装置を構成するユニットに内蔵した駆動制御装置間で制御情報の通信を行ってロボット装置を駆動し、関節に設けた非接触給電手段により配線やコネクタを用いることなく隣接するユニット間の電力供給を行うように構成したので、設置性や機動性に優れ、ロボット装置を構成するユニットの交換が容易で、用途に適したロボット装置を容易に構成でき、ロボット装置の信頼性、保守性、組立性が向上するという効果がある。

【0209】請求項2の発明によれば、双方向に電力供給可能な電力供給手段を設けるように構成したので、ロボット装置を構成するユニット間の電力供給を双方向に行うことができ、駆動機構から回生電力が発生した場合は外部電源側に位置する隣接したユニットへ電力を回生することができるのでユニット内に回生電力を処理する回路が不要となるとともに、電力を有効に利用でき、ロボット装置の駆動効率が高くなるという効果がある。

【0210】請求項3の発明によれば、ユニットを構成する関節の駆動機構の中空部に非接触の電力供給手段を配置するように構成したので、関節部分の小型化が容易で、ユニット間の接合が容易にでき、非接触給電装置が高効率になるという効果がある。

【0211】請求項4の発明によれば、分離型トランスを用いて隣接するユニット間の電力供給を非接触に行い、対向するコア断面部分において、各々のユニットの位置に関係なく片側のコア断面を他方のコア断面に含まれるように構成したので、給電部品の高い加工精度や組立精度が不要となり、ロボット装置が安価にできだけでなく、非接触給電装置の動作が安定するという効果がある。

【0212】請求項5の発明によれば、商用電源を電力供給源として動作させる場合は、コンバータ装置により整流平滑して直接または変換器を介して直流電力を駆動制御装置に供給し、バッテリーや太陽電池等の外部直流電源を電力供給源として動作させる場合は、入力電圧を商用電源用のコンバータ装置の出力電圧に変換して共通直流母線により駆動制御装置へ電力供給を行うように構成したので、商用電源への接続が困難な場所でも容易に駆動することができ、様々な作業環境に対応できるとい

う効果がある。

【0213】請求項6の発明によれば、通常時は外部電源からロボット装置の電力供給を行うと同時に少なくとも一つのユニット設けられた電力蓄積手段に電力を蓄積し、外部電源の異常検出手段により電源異常が検出された場合、電力蓄積手段から各ユニットへ電力供給を行うように構成したので、停電等の電源異常時にも安定して動作させることができるという効果がある。

【0214】請求項7の発明によれば、外部電源の異常時に、予め設定された退避動作を行った後、各ユニットの消費電力を最小に保って待機するか、または停止する制御シーケンスを設けるように構成したので、停電等の電源異常時にも安定して動作させることができ、電源復帰時にロボット装置の初期設定等が不要で、容易に作業復帰できるという効果がある。

【0215】請求項8の発明によれば、ユニットを構成するリンクに閉断面構造部を設け、その内部に駆動制御装置を配置するように構成したので、ロボット装置を構成するユニットの骨格構造を、コントローラを内蔵した一体型ロボットに適した軽量かつ高剛性にでき、ロボット装置と外部との接触あるいは衝突に対してコントローラの高い保護性能が得られるという効果がある。

【0216】請求項9の発明によれば、ユニットを構成するリンクの一部に、内部に熱伝導流体が充填されて密閉された中空構造部を設け、この中空構造部の内部に駆動制御装置の一部または全部を配置し、リンクの一部または全部に放熱手段を設けるように構成したので、駆動制御装置で生じた熱を熱伝導性流体の対流等により、リンクに設けられた放熱手段から効率的に放出することができ、高い放熱特性が得られ、ユニットの小型化が容易になるという効果がある。

【0217】請求項10の発明によれば、リンクの構造部材が熱良伝導性材料で形成され、表面の一部または全部に電気絶縁性となる処理が施されており、同部分上に駆動制御装置を構成する電気部品と配線部材が高密度に実装されるように構成したので、高い放熱特性が得られ、ユニットの小型化が容易になるという効果がある。

【0218】請求項11の発明によれば、隣接するユニットの関節部分において、片側のユニットに配置された電動機の固定子と、他方のユニットに配置された電動機の回転子によって関節の駆動機構の動力源となる電動機を形成するように構成したので、ユニットの組み合わせに適した電動機容量の駆動機構を構成できるとともに、ロボット装置の組立が容易にでき低価格になるという効果がある。

【0219】請求項12の発明によれば、固定子または回転子とユニットの外表面に一体の構造物を設けるように構成したので、ロボット装置の内部構造を外界から隔絶することができ、ロボット装置の高い耐水、耐油、耐湿性および防爆性が得られるという効果がある。

【0220】請求項13の発明によれば、駆動機構として設けた電動機の内部の磁気回路を利用して電力給電および信号伝送を行うように構成したので、特に電力給電および信号伝達用の部品を用いなくても、電力給電および信号伝達を行うことができる。

【0221】請求項14の発明によれば、回転関節軸中心に大きな中空スペースを持つように構成したので、この中空部分に電力を伝送する高周波トランスを構成するコア及び信号伝送用の光送受信装置を設けることができ、非接触で電力及び信号の伝送を行うことができる。したがって、ケーブルなどの曲げ疲労による断線を無くすことができると共に、簡単に駆動リンク側と被駆動リンク側を分離することができ、保守性、組立性、信頼性に優れたロボット装置を得ることができるという効果がある。

【0222】請求項15の発明によれば、回転関節軸中心に大きな中空スペースを持つように構成したので、この中空部分に電力を伝送する高周波トランスを構成するコア及び信号伝送用の光送受信装置を設けることができ、非接触で電力及び信号の伝送を行うことができる。したがって、ケーブルなどの曲げ疲労による断線を無くすことができると共に、簡単に駆動リンク側と被駆動リンク側を分離することができ、保守性、組立性、信頼性に優れたロボット装置を得ることができるという効果がある。

【0223】請求項16の発明によれば、駆動リンクに固定されたコアとウオームホイールの間あるいは中空円筒部とウオームホイールの間に防塵、防油用のシールを設けるように構成したので、ウオームギヤ減速機のウオームとウオームホイールとの間のグリースや駆動リンク内で発生する塵などの影響から、駆動リンク側コア、被駆動リンク側コア、駆動リンク側光送受信装置、被駆動リンク側光送受信装置を保護することができ、より信頼性の高いロボット装置を得ることができるという効果がある。

【0224】請求項17の発明によれば、主軸受内輪と主軸受外輪との間の被駆動リンク側の部分に、あるいは被駆動リンクに固定されたコアと主軸受内輪との間に防塵、防油用のシールを設けるように構成したので、主軸受のグリースなどの影響から、駆動リンク側コア、被駆動リンク側コア、駆動リンク側光送受信装置、被駆動リンク側光送受信装置を保護することができ、より信頼性の高い請求項15の関節構造を持つロボット装置を得ることができるという効果がある。

【0225】請求項18の発明によれば、関節1箇所に対して2個の関節ユニットを並列に配置するように構成したので、トルクや剛性の大きな関節ユニットを新たに設けることなく、同一の関節ユニット2個で必要なトルクや剛性を実現できる。従って、1台のロボット装置あるいは品種の異なるロボット装置の関節を、従来よりも

少ない品種の関節ユニットで構成することが可能となり、関節毎に最初から個別に設計する手間が省ける他、関節ユニットの調達も容易になるので低コスト化も期待できるという効果がある。

【0226】請求項19の発明によれば、作業プログラムに最適なユニット構成を求める処理部と、その結果をもとにユニット構成を自動生成するユニット交換手段を備えるように構成したので、電動機容量や電力など動作における無駄な部分を極めて少なくでき、また、動作範囲においても省スペース化が図られる。また、作業プログラムの作成さえすれば、作業場における無人化が可能になるという効果がある。

【0227】請求項20の発明によれば、組み立て場所と実際の作業場所との間を作業ロボット、あるいはユニット交換手段が行き来できるように構成したので、短い周期で変化する作業動作パターンに対して、人為的に構成変更する必要がなく、作業効率が格段に向上するという効果がある。

【0228】請求項21の発明によれば、ロボット電源立ち上げ時に、各ユニットのIDが自動設定できるように構成したので、ID設定スイッチなどの設備を設ける必要がなく、ユニットの小型化が可能となり、また、操作性も向上する。また、複数ユニットからの最適構成を選択する際も、それぞれのID設定が必要なくなり、ユニット構成設定が容易になるという効果がある。

【0229】請求項22の発明によれば、各関節の動作パターンを操作して、全体の電力消費を小さくするように構成したので、制御回路などに影響を及ぼす発熱量の減少を図れるという効果がある。

【0230】請求項23の発明によれば、各ユニットにそれぞれの動作履歴を記憶させ、最適なユニット構成を選択する上で、ユニットの寿命を考慮するように構成したので、作業の精度や安全性の確保が可能になる。また、ユニットの交換時期などがそれぞれの実働履歴によって得ることができるため、結果的にユニット寿命の長期化などにつながるという効果がある。

【0231】請求項24の発明によれば、すべてのサブコントローラが指令値の受信を完了したことを検出した時点で、それらの指令値を同時に有効とするように構成したので、低速で安価なシリアルネットワーク型通信路を用いても、すべてのサブコントローラに対する指令値が同時に有効となり、高速動作時でも高い軌跡精度を実現できるという効果がある。

【0232】請求項25の発明によれば、主コントローラから各サブコントローラに順に指令値を送信し、すべてのサブコントローラが指令値の受信を完了したことを検出した時点で、それらの指令値を同時に有効とするように構成したので、低速で安価なシリアルネットワーク型通信路を用いても、すべてのサブコントローラに対する指令値が同時に有効となり、高速動作時でも高い軌跡

精度を実現できるという効果がある。

【0233】請求項26の発明によれば、主コントローラからすべてのサブコントローラが同時に受信すべき一つのデータを送り、そのデータの中にすべてのサブコントローラに対する指令値を含めておき、すべてのサブコントローラが指令値の受信を完了したことを検出した時点で、それらの指令値を同時に有効とするように構成したので、低速で安価なシリアルネットワーク型通信路を用いても、すべてのサブコントローラに対する指令値が同時に有効となり、高速動作時でも高い軌跡精度を実現できるという効果がある。

【0234】請求項27の発明によれば、すべてのサブコントローラに対して指令値を送信した後、すべてのサブコントローラが同時に受信する同期コマンドを主コントローラが発信し、各サブコントローラがその同期コマンドを受信を完了した時点で、指令値を同時に有効にするように構成したので、低速で安価なシリアルネットワーク型通信路を用いても、すべてのサブコントローラに対する指令値が同時に有効となり、高速動作時でも高い軌跡精度を実現できるという効果がある。

【0235】請求項28の発明によれば、各サブコントローラが自分に対する指令値を受信完了してから、予め定められた時間の後にその指令値を有効にするように構成したので、低速で安価なシリアルネットワーク型通信路を用いても、すべてのサブコントローラに対する指令値が同時に有効とすることが可能となり、高速動作時でも高い軌跡精度を実現できるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 請求項1の発明に対応した実施例1のロボット装置を示す構成図であり、(a)は組立斜視図、(b)はユニット毎に分解した斜視図である。

【図2】 図1に示されたロボット装置の一部の構成を示す断面図である。

【図3】 図1に示されたロボット装置の内部構成を示すブロック図である。

【図4】 請求項2の発明に対応した実施例2のロボット装置における非接触給電部の構成を示す回路図である。

【図5】 請求項3の発明に対応した実施例3のロボット装置における関節部分の構造を示す断面図である。

【図6】 請求項4の発明に対応した実施例4のロボット装置における非接触給電用の分離型トランスの構造を示す断面図である。

【図7】 請求項4の発明に対応した実施例4のロボット装置における非接触給電用の分離型トランスの変形例の構造を示す断面図である。

【図8】 請求項5の発明に対応した実施例5のロボット装置におけるユニットの構成の一部を示すブロック図である。

【図9】 請求項6の発明に対応した実施例6のロボッ

ト装置におけるユニットの構成の一部を示すブロック図である。

【図10】 請求項7の発明に対応した実施例7のロボット装置の制御シーケンスの一部の一例を示すフローチャートである。

【図11】 請求項8の発明に対応した実施例8のロボット装置におけるリンクの構造を示す斜視図である。

【図12】 請求項9の発明に対応した実施例9のロボット装置におけるリンクの構造を示す斜視図である。

【図13】 請求項10の発明に対応した実施例10のロボット装置におけるリンクの構造を示す斜視図である。

【図14】 請求項11の発明に対応した実施例11のロボット装置における関節部分の構造を示す断面図である。

【図15】 請求項12の発明に対応した実施例12のロボット装置におけるユニットの構造を示す断面図である。

【図16】 請求項13の発明に対応した実施例13のロボット装置の関節駆動機構としての電動機の構成図であり、(a)は電動機回転軸を含む縦断面図、(b)は回転軸に垂直な横断面図である。

【図17】 請求項14の発明に対応した実施例14のロボット装置の関節構造の断面図である。

【図18】 請求項15の発明に対応した実施例15のロボット装置の関節部分の断面図である。

【図19】 請求項16の発明に対応した実施例16のロボット装置の関節部分の断面図である。

【図20】 請求項17の発明に対応した実施例18のロボット装置の関節部分の断面図である。

【図21】 請求項18の発明に対応した実施例20のロボット装置の関節部分を示す断面図である。

【図22】 請求項18の発明に対応した実施例21のロボット装置の関節ユニットを示す図である。

【図23】 請求項18の発明に対応した実施例21のロボット装置の関節部分を示す図である。

【図24】 請求項19の発明に対応した実施例22のロボット装置の全体構成を示す概略図である。

【図25】 実施例22に係るロボット装置における動作パターンの一例を示す図である。

【図26】 実施例22に係るロボット装置の作業ロボットの全体図である。

【図27】 請求項20の発明に対応した実施例23のロボット装置の全体構成を示す図であり、(a)は組み立て場所の構成要素を示す図、(b)は組み立て場所と作業場所を含めた構成を示す図である。

【図28】 請求項21の発明に対応した実施例24のロボット装置の電源立ち上げ方法の説明に用いるブロック図である。

【図29】 請求項21の発明に対応した実施例25の

ロボット装置のユニットID認識方法の説明に用いるブロック図である。

【図30】 請求項22の発明に対応した実施例26のロボット装置の説明に用いる図で、従来または実施例26に係る処理を行う前の各軸の動作パターンを示す特性図である。

【図31】 実施例26のロボット装置の各軸の動作パターンを示す特性図である。

【図32】 請求項23の発明に対応した実施例27のロボット装置のトルク-時間変化の一例を示す特性図である。

【図33】 請求項24の発明に対応した実施例28のロボット装置の構成を示すブロック図である。

【図34】 実施例28のロボット装置におけるサブコントローラの動作を示すフローチャートである。

【図35】 実施例28のロボット装置におけるシリアルネットワーク型通信路の構成図である。

【図36】 請求項24の発明に対応した実施例29のロボット装置におけるシリアルネットワーク型通信路の構成図である。

【図37】 請求項24の発明に対応した実施例30のロボット装置におけるシリアルネットワーク型通信路の構成図である。

【図38】 請求項25の発明に対応した実施例31のロボット装置における通信タイミングを示す説明図である。

【図39】 実施例31のロボット装置における送信データフォーマットの構成図である。

【図40】 請求項26の発明に対応した実施例32のロボット装置における通信タイミングを示す説明図である。

【図41】 実施例32のロボット装置における送信データフォーマットの構成図である。

【図42】 請求項27の発明に対応した実施例33のロボット装置における通信タイミングを示す説明図である。

【図43】 実施例33のロボット装置におけるサブコントローラの動作を示すフローチャートである。

【図44】 請求項28の発明に対応した実施例35のロボット装置における動作タイミングを示す説明図である。

【図45】 従来のロボット装置を構成する一つのユニットの構造を示す図である。

【図46】 従来のロボット装置等に用いられる電動機制御システムの構成を示す図である。

【図47】 従来のロボット装置の関節構造の一例を示す断面図である。

【図48】 従来のロボット装置の関節部分を示す図である。

【図49】 従来のロボット装置の構成を示すブロック

図である。

【図50】 従来のロボット装置の通信タイミングを示す説明図である。

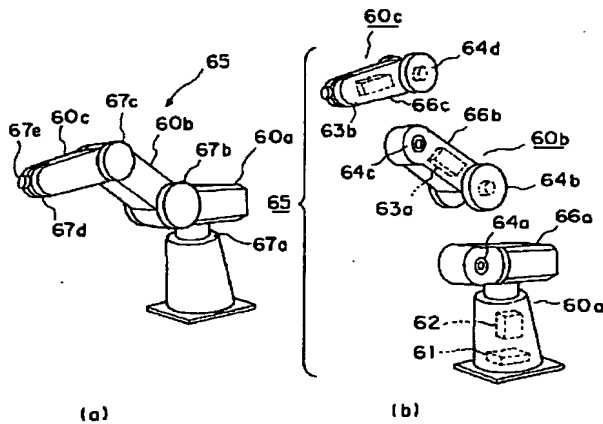
【図51】 従来のロボット装置の送信データフォーマットの構成図である。

【符号の説明】

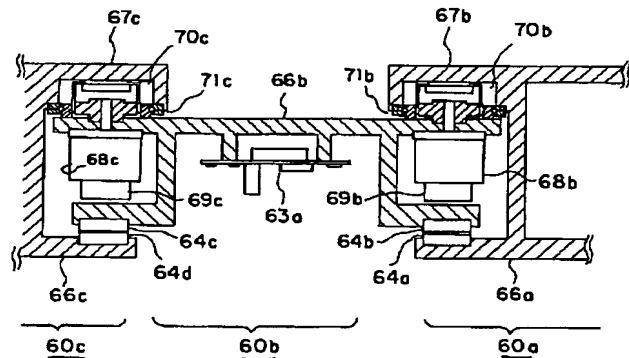
16 駆動リンク、17 被駆動リンク、18 回転関節軸、19 主軸受内輪、20 主軸受外輪、33 電動機（駆動機構）、38A、38B 関節ユニット、51 主コントローラ、52a～52c サブコントローラ、55 シリアルネットワーク型通信路、60a～60c ユニット、62、63a、63b 駆動制御装置、64a、64b 分離型トランス（電力供給手段）、66a～66c リンク、67a～67e 関節、68a～68e 電動機（駆動機構）、72 商用電源、72a 入力端子、76 DC/DCコバータ（コンバータ装置）、86a～86d 通信用カプラ（通信手段）、102a、102b 分離型トランスのコア、103 外部直流電源、103a 入力端子、104 DC/D*

*Cコンバータ、105 電源異常検出回路（異常検出手段）、106 バッテリー（電力蓄積手段）、107 充放電回路（電力変換手段）、108 閉断面構造部、109 密閉された中空構造部、111 放熱フィン（放熱手段）、112 電気絶縁層、113 固定子、114 回転子、118a～118c 外表面に設けられた一体の構造物、124a～124h 電機子コイル（伝送手段）、125a～125f 回転子コイル（伝送手段）、134 ウォームギヤ減速機、136 ウォームホイール、137 中空円筒部、138 駆動リンク側コア、139 被駆動リンク側コア、140 駆動リンク側光送受信装置、141 被駆動リンク側光送受信装置、142、143 防塵、防油用のシール、152 処理部、153 組み立て用ロボット（ユニット交換手段）、154 ロボットベース部、156 作業ロボット、157 作業場所、158 組み立て場所、159 メインプロセッサ（制御手段）、160a～160c サブプロセッサ（記憶手段、検知手段）。

【図1】



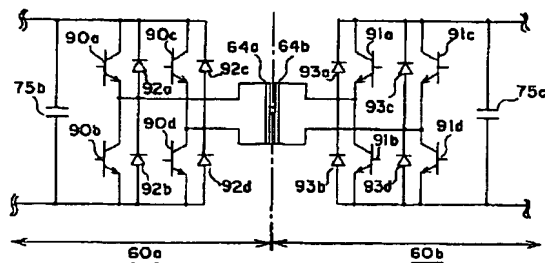
【図2】



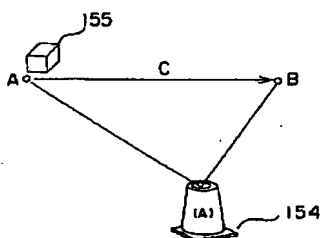
68b、68c：電動機（駆動機構）

60a～60c：ユニット
62、63a、63b：駆動制御装置
64a、64b：分離型トランス（電力供給手段）
66a～66c：リンク
67a～67e：関節

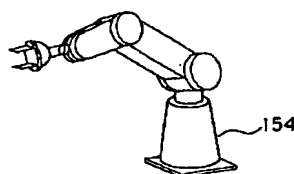
【図4】



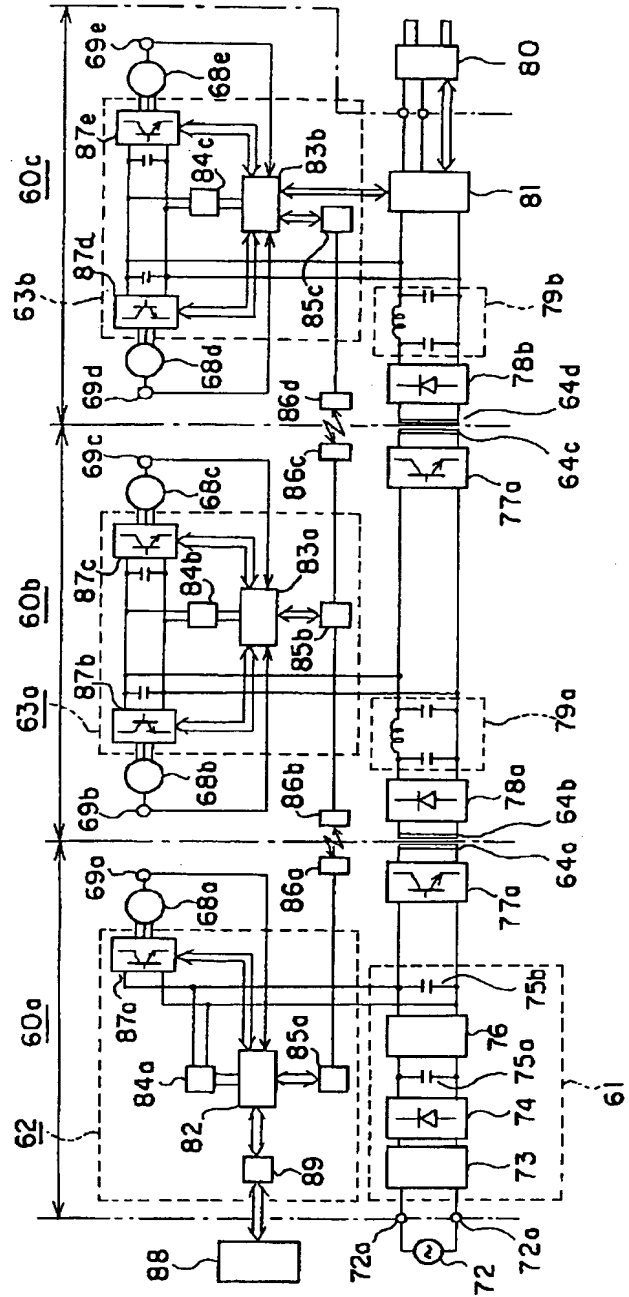
【図25】



【図26】



【図3】



68a~68e: 電動機 (駆動機構)

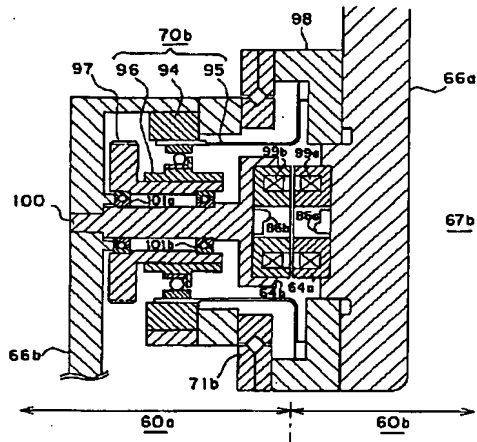
72: 商用電源

72a: 入力端子

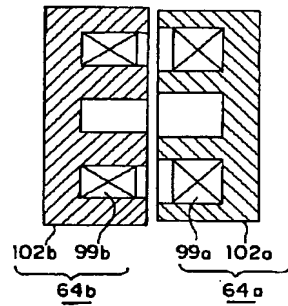
76: DC/DCコンバータ (コンバータ装置)

86a~86d: 通信用ケーブル (通信手段)

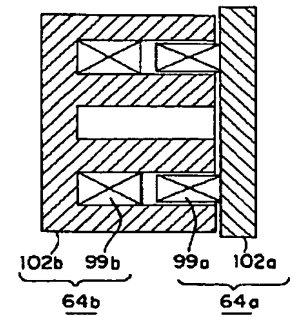
【図5】



【図6】

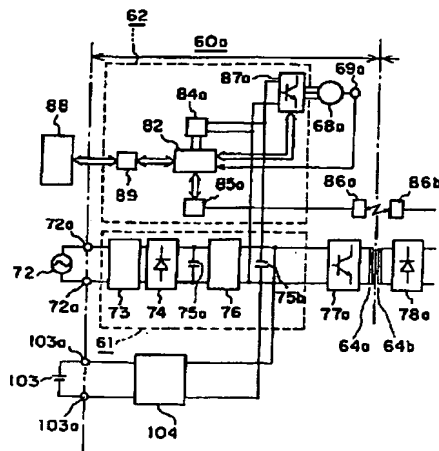


【図7】



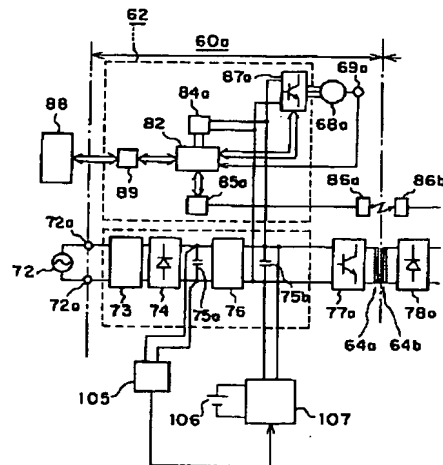
102a, 102b: 分巻型トランスのコア

【図8】



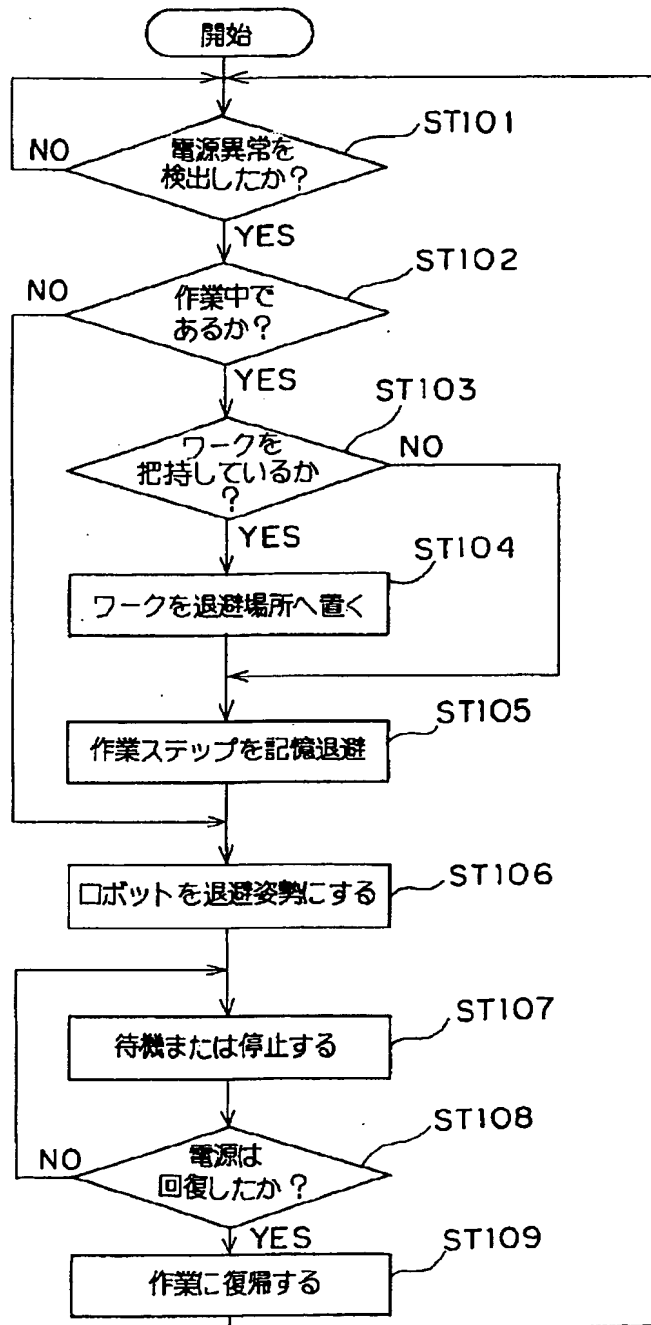
103: 外部直流電源
103a: 入力端子
104: DC/DCコンバータ

【図9】

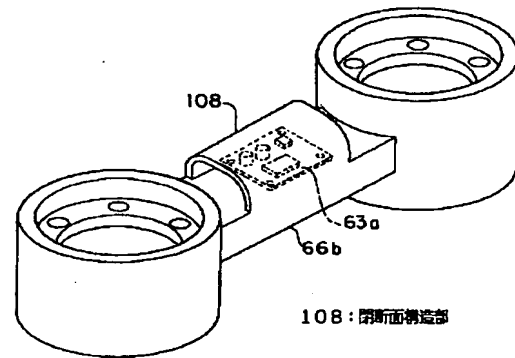


105: 電源異常検出回路(異常検出手段)
106: バッテリー(電力蓄積手段)
107: 充放電回路(電力変換手段)

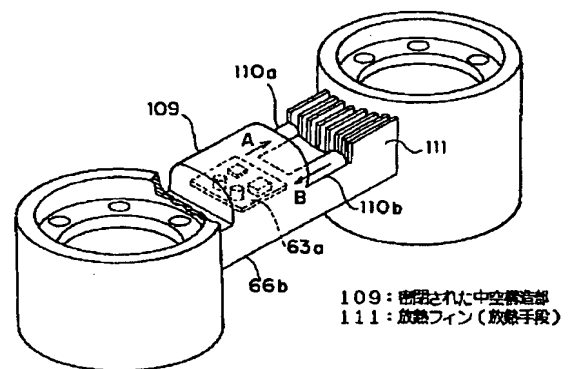
【図10】



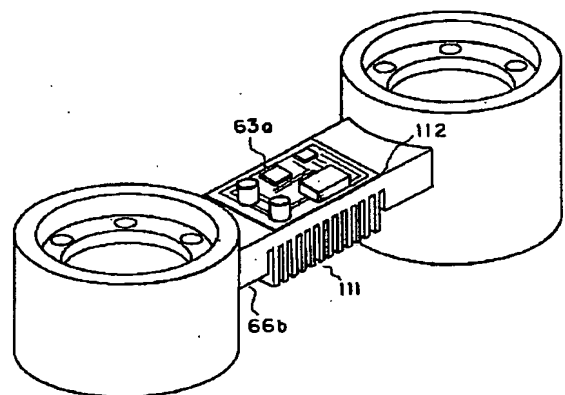
【図11】



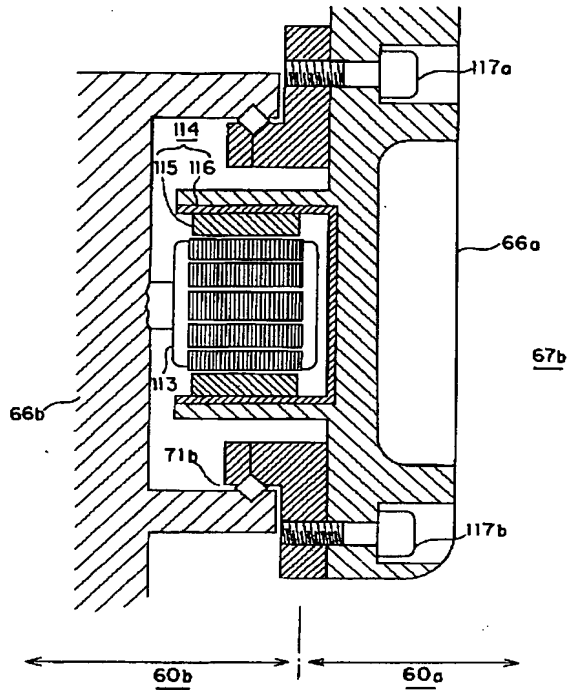
【図12】



【図13】

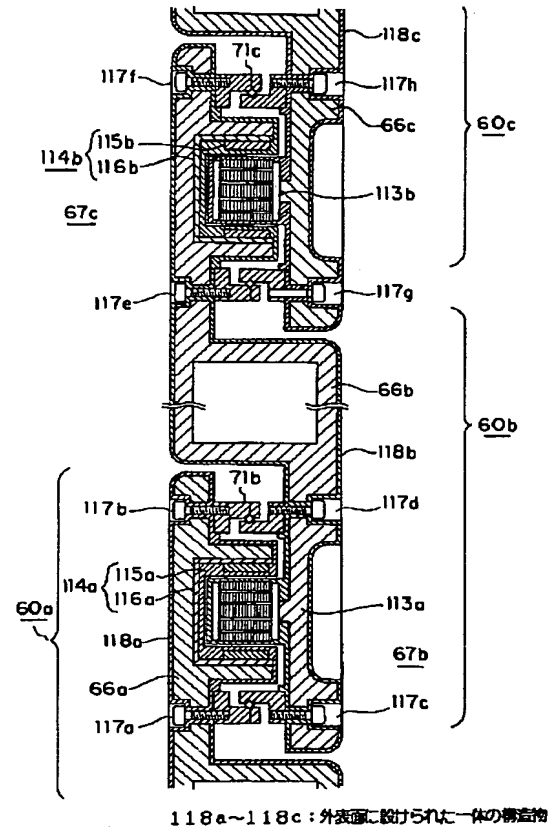


【図14】

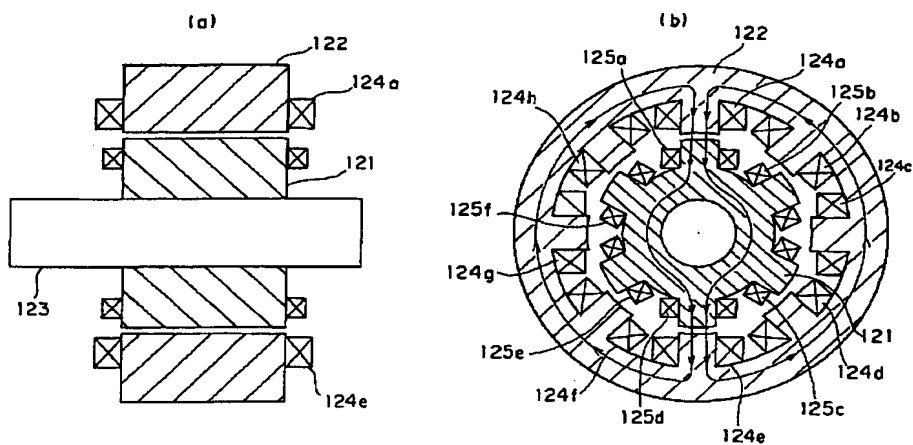


113: 固定子
114: 回転子

【図15】

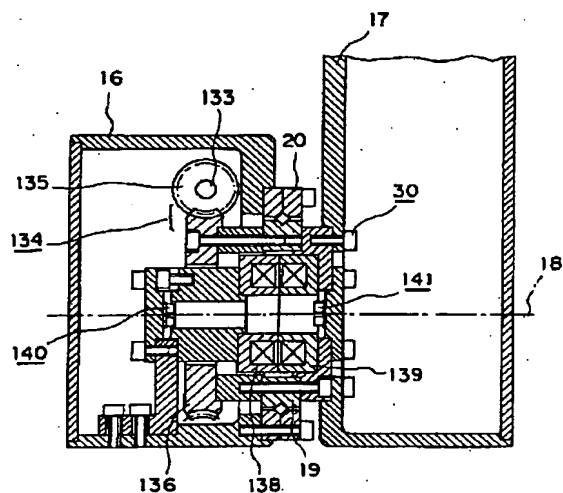


【図16】



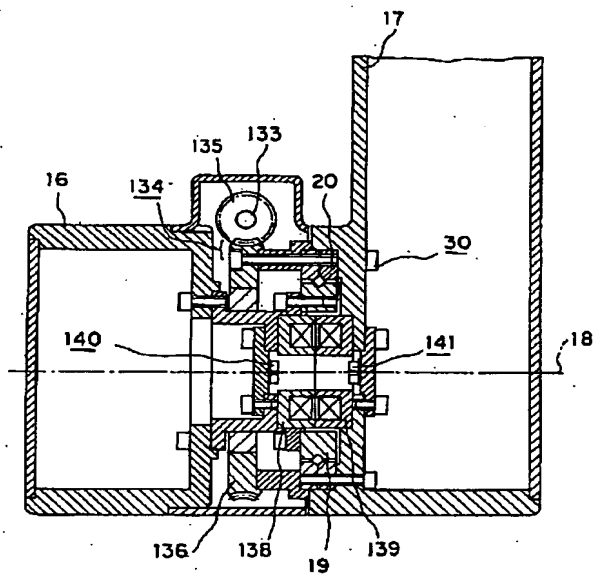
124a~124h: 電機子コイル(伝送手段)
125a~125f: 回転子コイル(伝送手段)

【図 17】

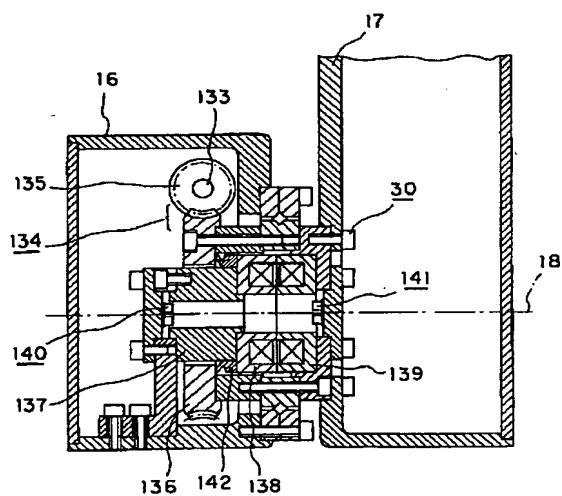


- | | |
|------------|--------------------|
| 16: 駆動リンク | 134: ウォームギヤ減速機 |
| 17: 被駆動リンク | 136: ウォームホイール |
| 18: 回転駆動軸 | 138: 駆動リンク歯コア |
| 19: 主軸受内輪 | 139: 被駆動リンク歯コア |
| 20: 主軸受外輪 | 140: 駆動リンク歯光送受信装置 |
| | 141: 被駆動リンク歯光送受信装置 |

【図 18】

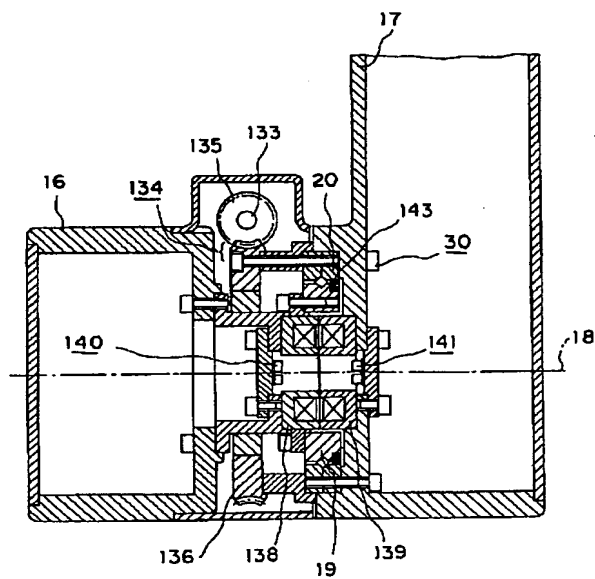


【図 19】



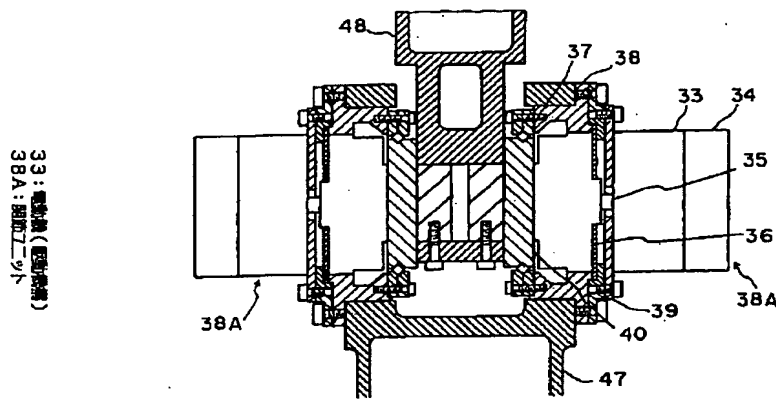
- 137: 中空円筒部
142: 防塵、防油用のシール

【図 20】

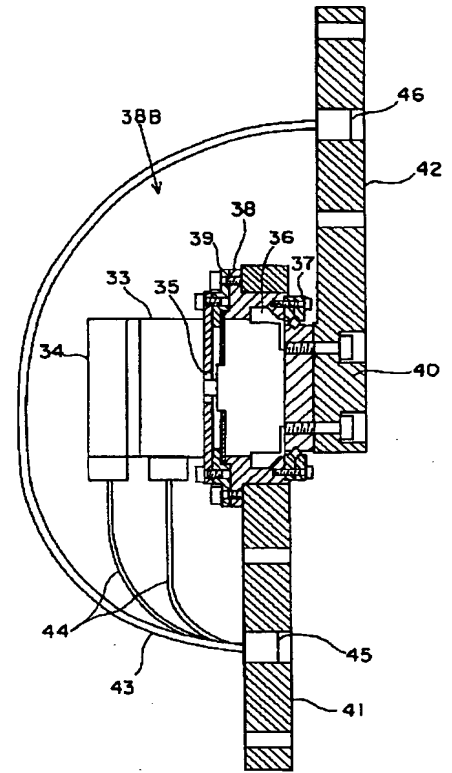


- 143: 防塵、防油用のシール

【図 21】

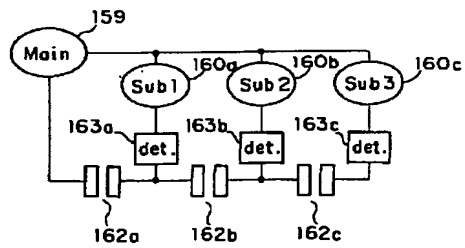


【図 22】

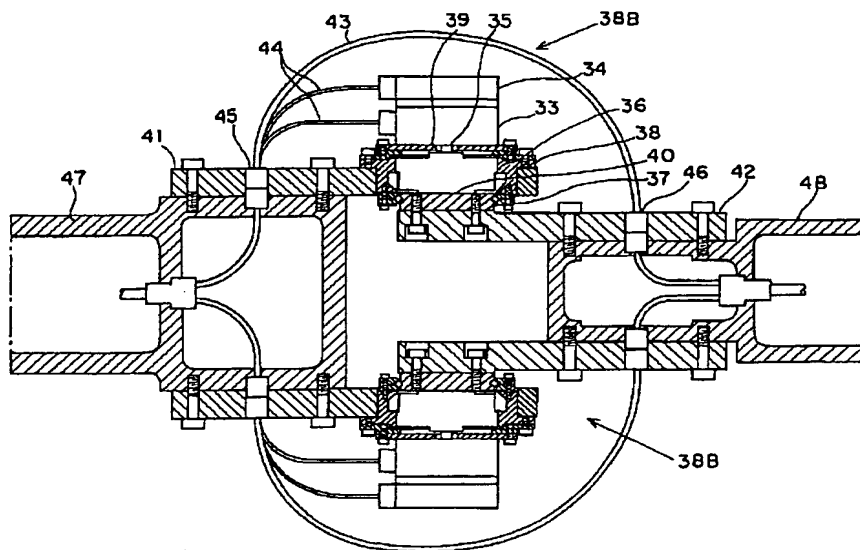


38B: 配線ユニット

【図 29】



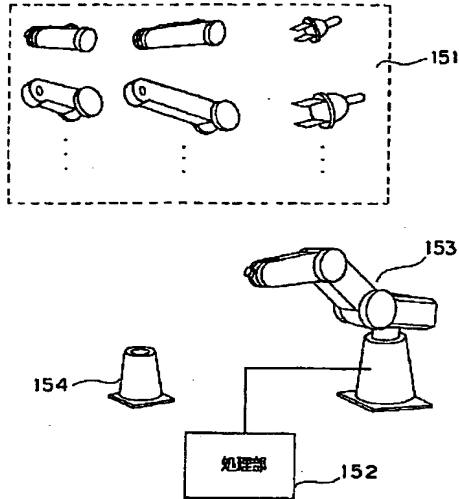
【図 23】



【図 39】

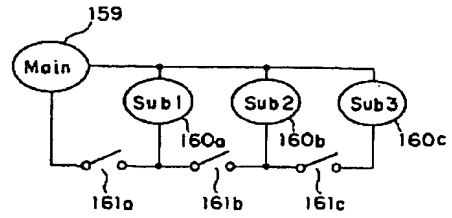


【図 24】



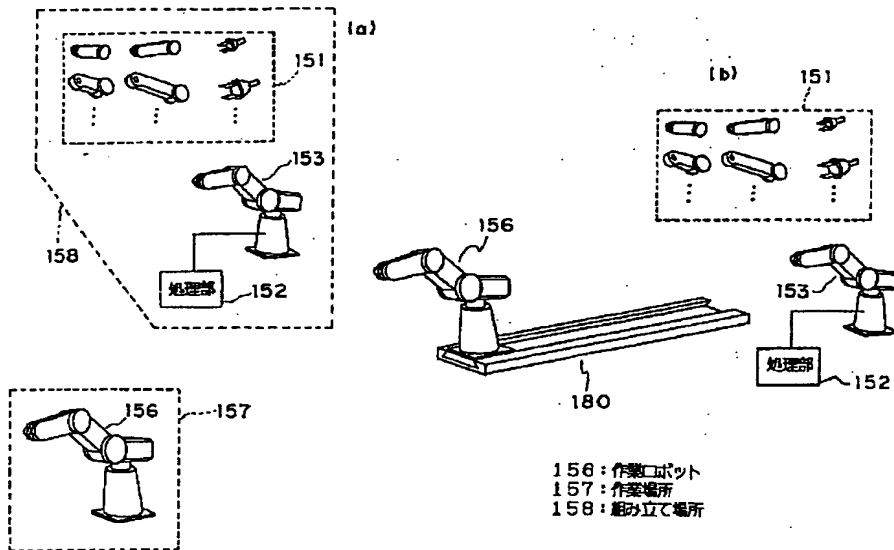
153: 組み立て用ロボット (ユニット交換手段)
154: ロボットベース部

【図 28】



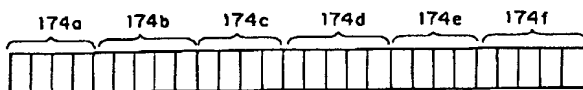
159: メインプロセッサ (制御手段)
160a~160c: サブプロセッサ (記憶手段、検知手段)

【図 27】

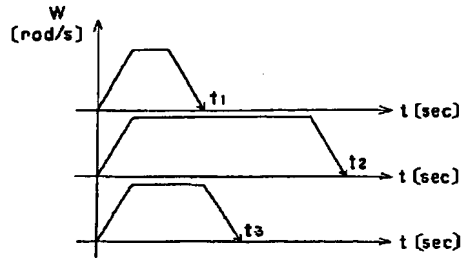


156: 作業ロボット
157: 作業場所
158: 組み立て場所

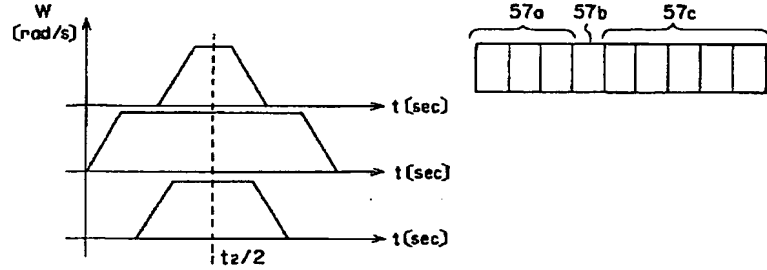
【図 41】



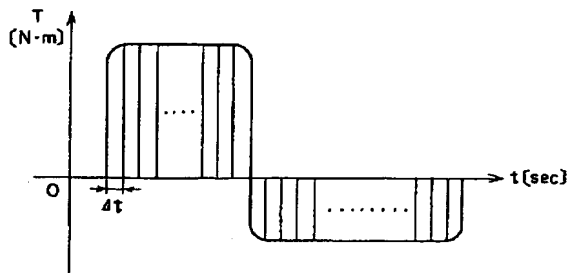
【図30】



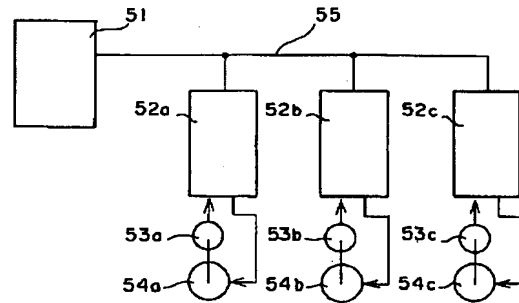
【図31】



【図32】

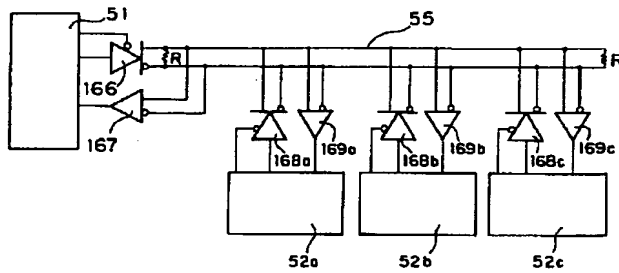


【図33】

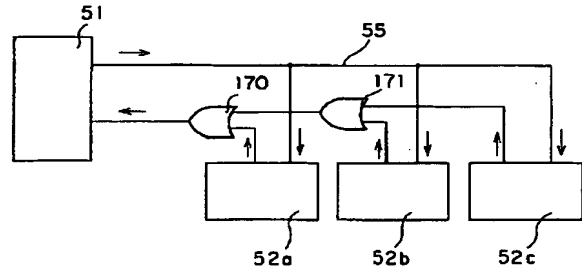


51: 主コントローラ
52a~52c: サブコントローラ
55: シリアルネットワーク配線回路

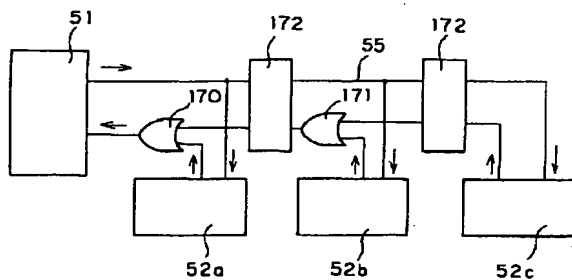
【図35】



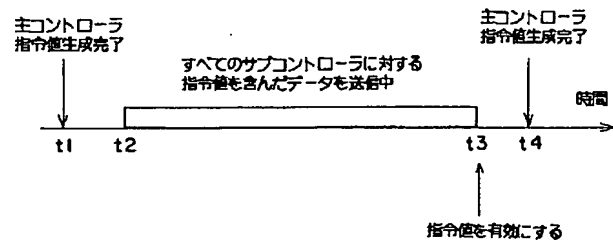
【図36】



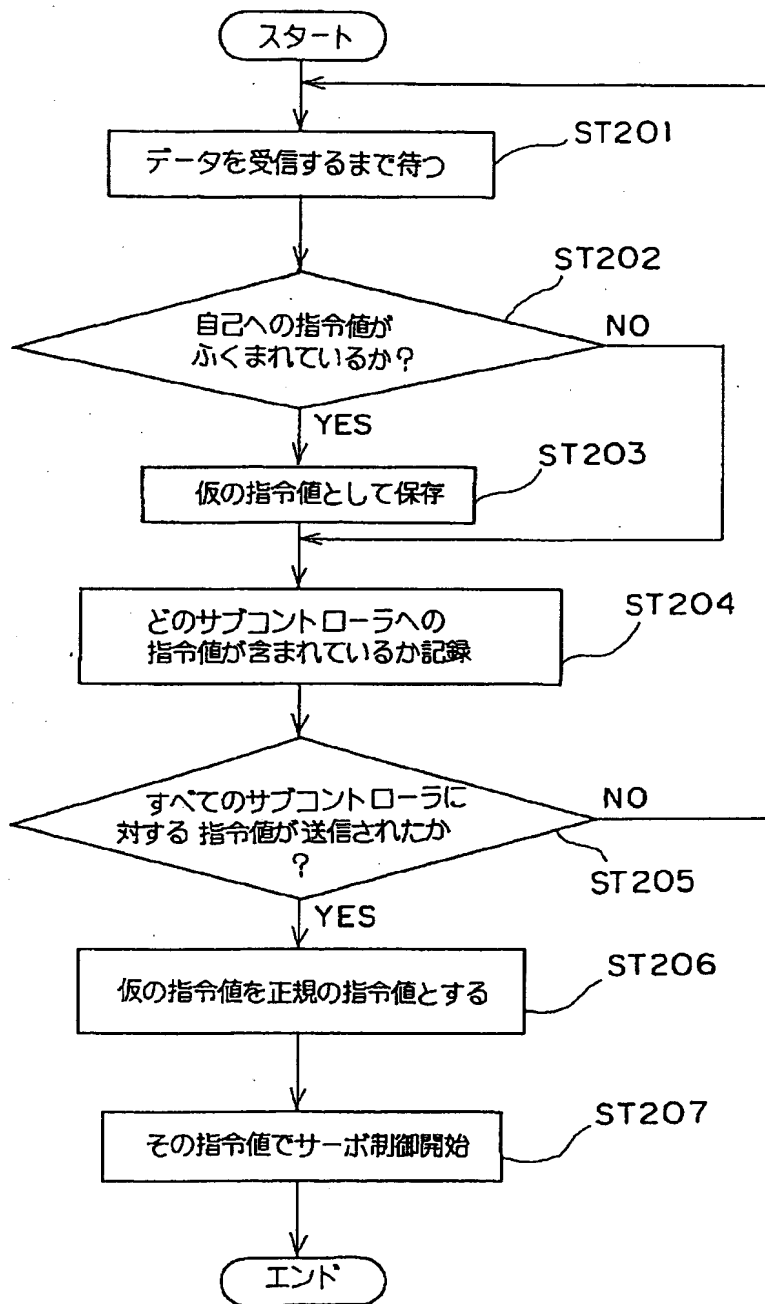
【図37】



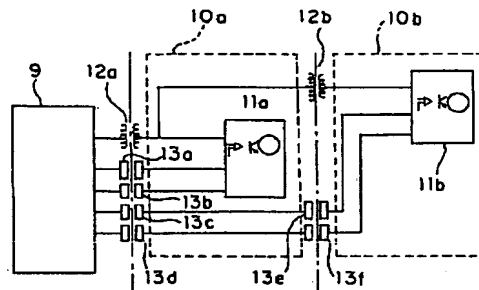
【図40】



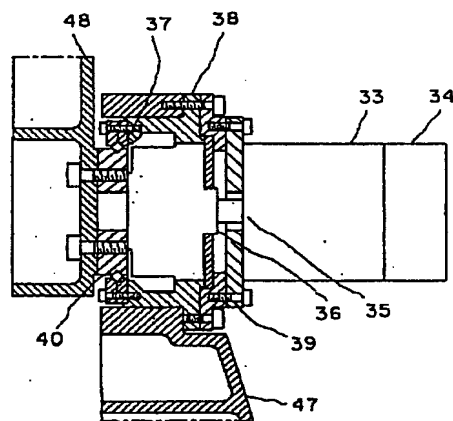
【図 34】



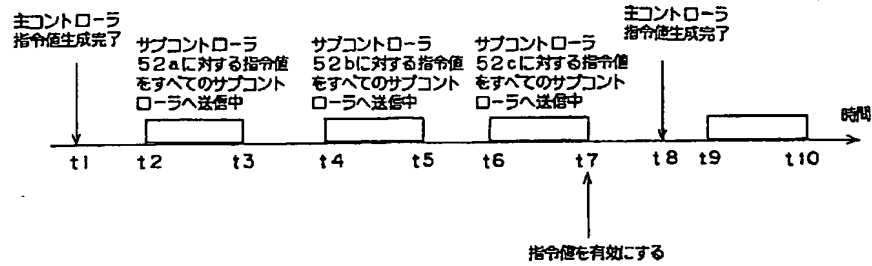
【図 46】



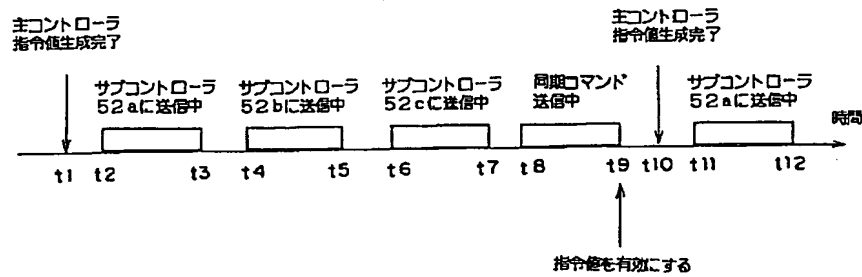
【図 48】



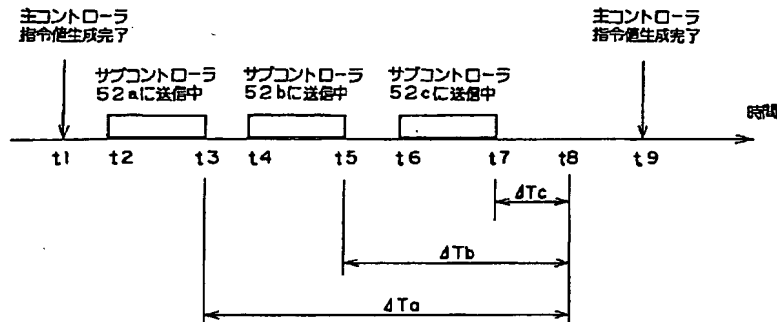
【図 3 8】



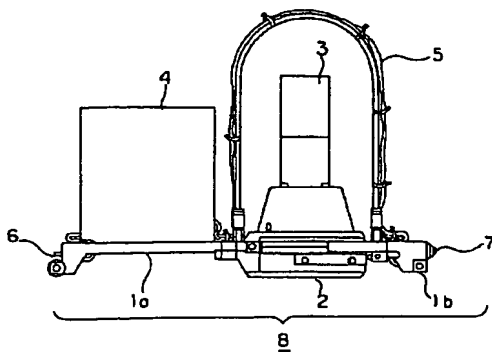
【図 4 2】



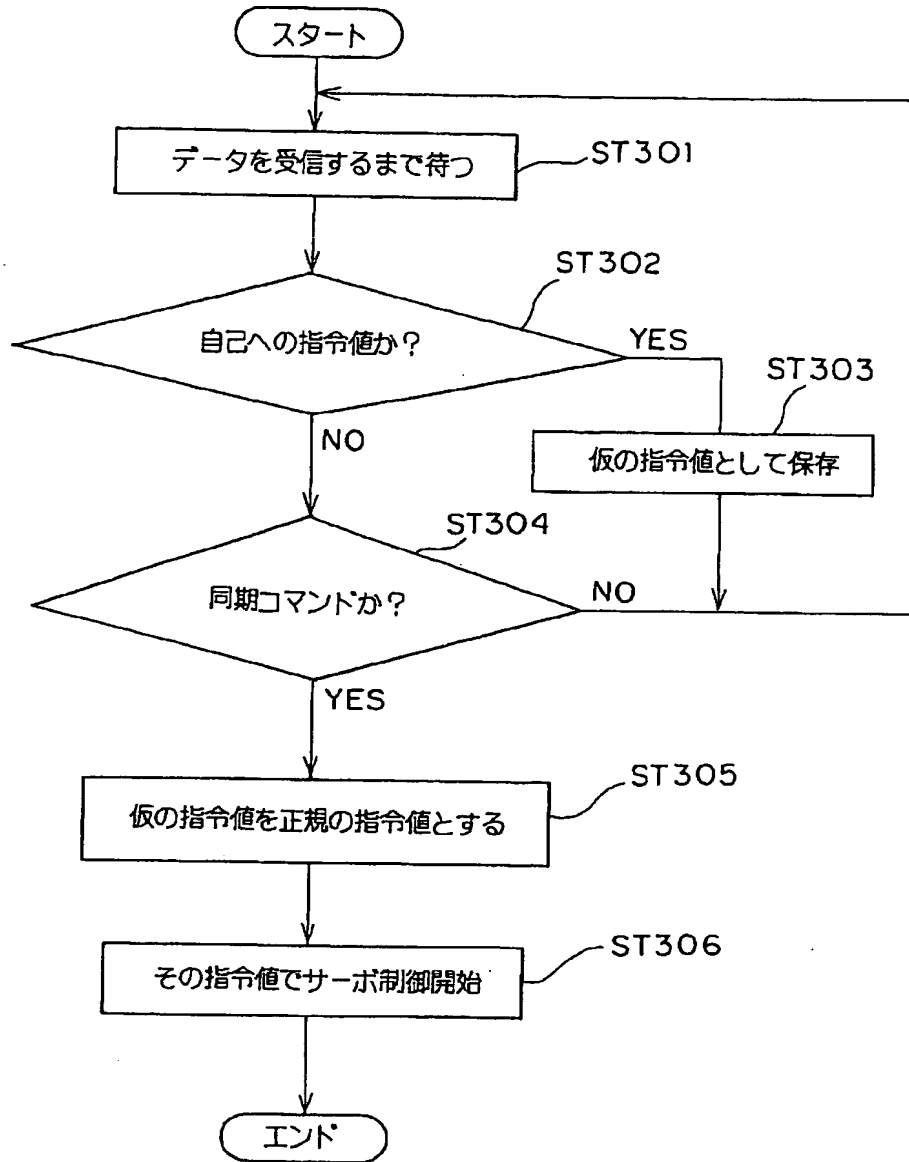
【図 4 4】



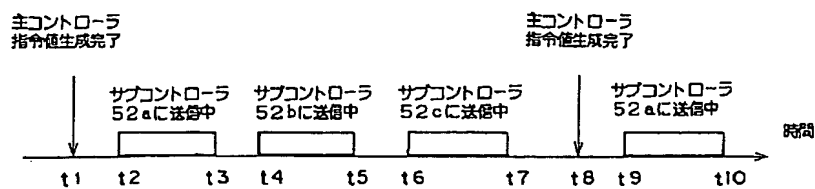
【図 4 5】



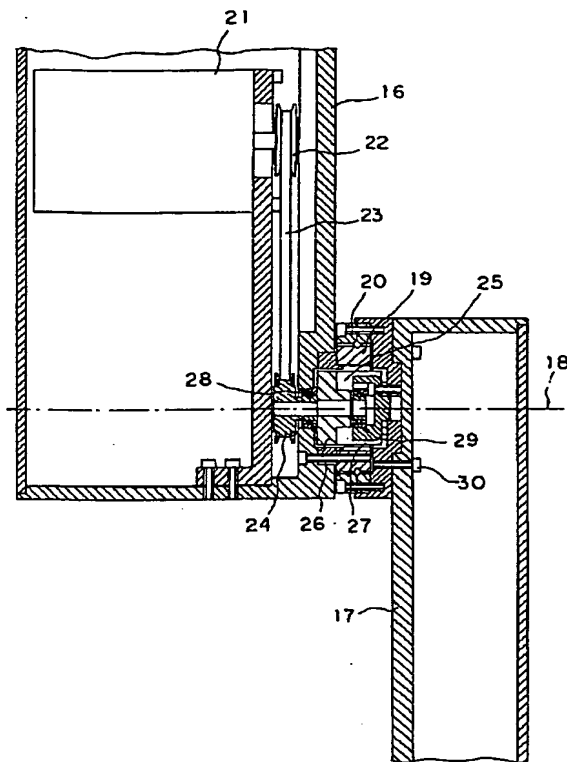
【図 43】



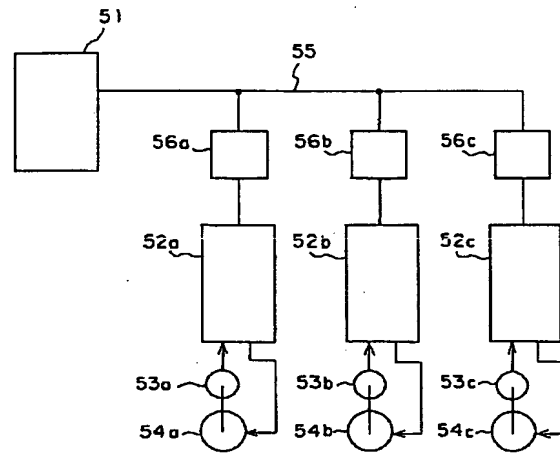
【図 50】



【図47】



【図49】



フロントページの続き

(72)発明者 松山 二郎
 尼崎市塚口本町八丁目1番1号 三菱電機
 株式会社産業システム研究所内

(72)発明者 佐竹 彰
 尼崎市塚口本町八丁目1番1号 三菱電機
 株式会社産業システム研究所内

(72)発明者 橋丘 豊
 尼崎市塚口本町八丁目1番1号 三菱電機
 株式会社産業システム研究所内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.